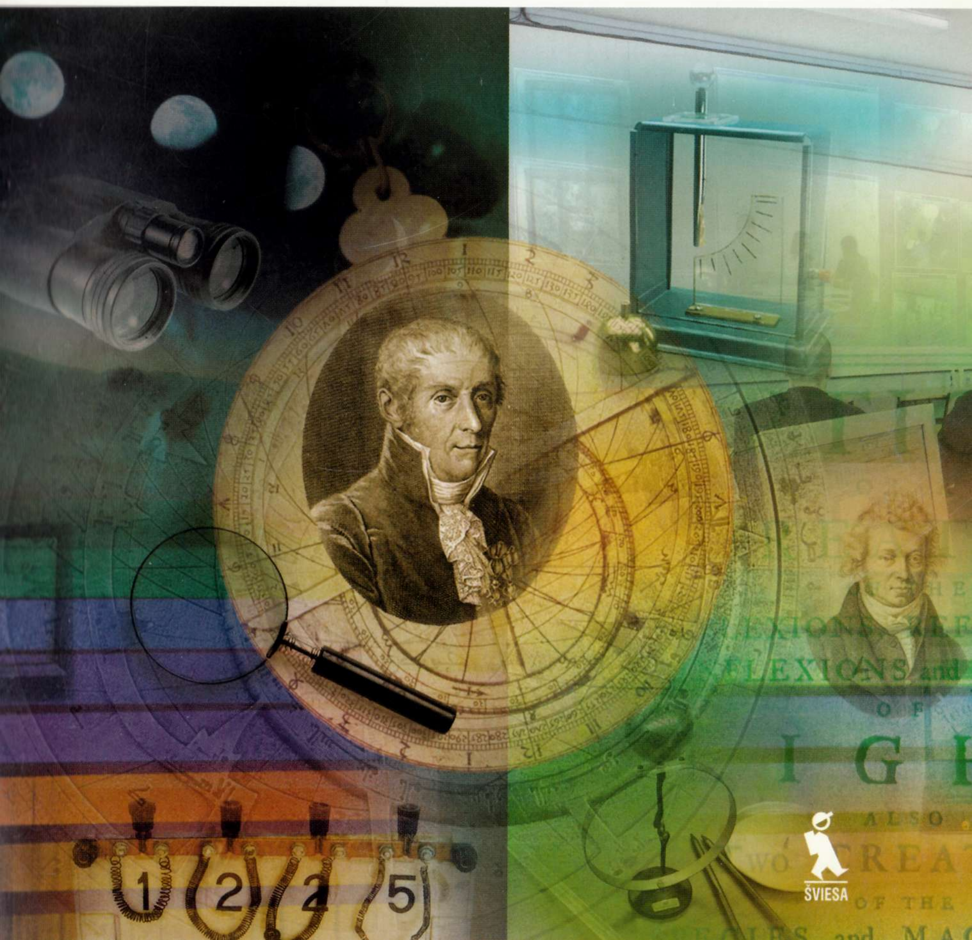
# Fizikos

## lentelės, formulės, dydžiai





# Fizikos

## lentelės, formulės, dydžiai

Sudarė
Zita Šliavaitė



ŠVIESA KAUNAS

UDK 53(075.3)
Fi-388

Pirmasis leidimas 2007

Fi-388 Fizikos lentelės, formulės, dydžiai / sudarė Zita Šliavaitė. – Kaunas: Šviesa, 2007. – 64 p.: iliustr., brėž., lent.
ISBN 978-5-430-04837-2
Bibliogr., p. 64.
Knygoje pateikiami svarbiausi fizikos dėsniai, formulės, dydžiai, konstantos ir įvairių dydžių skaitinių verčių lentelės. Pabaigoje įdėtos matematikos formulės, kurias pravartu mokėti sprendžiant fizikos uždavinius. Leidinys skiriamas pagrindinės bendrojo lavinimo mokyklos mokiniams ir mokytojams.
UDK 53(075.3)

FIZIKOS LENTELĖS, FORMULĖS, DYDŽIAI
Sudarė Zita Šliavaitė

Redaktorė Elvyra Žurauskienė
Viršelis Kristinos Jėčiūtės

Tir. 3000 egz. Leid. Nr. 16 299. Užsak. Nr. 783
Uždaroji akcinė bendrovė leidykla „Šviesa", E. Ožeškienės g. 10, LT-44252 Kaunas.
El. p. mail@sviesa.lt
Interneto puslapis http://www.sviesa.lt
Spausdino AB spaustuvė „Aušra", Vytauto pr. 23, LT-44352 Kaunas.
El. p. ausra@ausra.lt
Interneto puslapis http://www.ausra.lt
Sutartinė kaina

ISBN 978-5-430-04837-2

# Turinys

Pratarmė 6

**Fizikinių dydžių matavimo vienetai 7**

Fizikiniai dydžiai ir pagrindiniai jų matavimo vienetai 7

Kartotinių ir dalinių matavimo vienetų sudarymo lentelė 8

Pagrindiniai SI vienetai 8

Papildomieji SI vienetai 10

Kai kurių matavimo vienetų vertė, išreikšta pagrindiniais SI vienetais 10

Temperatūros vienetų ryšys 14

**Konstantos 15**

Fizikos konstantos 15

Matematikos konstantos 15

Graikų abėcėlė 15

**Kūnų tiesiniai matmenys, masė, tankis 16**

Svarbiausi dydžiai 16

Kai kurių kūnų tiesiniai matmenys 16

Kai kurių procesų trukmė 17

Kai kurių kūnų masė 17

Kai kurių medžiagų tankis 18

**Kinematika 19**

Judėjimo rūšys 19

Kai kurių kūnų ir procesų greitis 19

**Dinamika 20**

Svarbiausi dydžiai ir dėsniai 20

Jėgų rūšys 21

Jėgos gamtoje ir technikoje 22

**Mechaninis darbas, galia, mechaninė energija 22**

Svarbiausi dydžiai 22

Kai kurių kūnų ir fizikinių reiškinių energija 23

Galia gamtoje ir technikoje 23

**Garsas 24**

Garso greitis įvairiose terpėse 24

Garsų rūšys 24

Garsumo lentelė 24

**Kūnų pusiausvyra 25**

Svarbiausi dydžiai ir taisyklės 25

Paprastieji mechanizmai 26

**Slėgis** 26
Svarbiausi dydžiai ir dėsniai 26
Kūnų padėtis skystyje 27
Slėgis gamtoje ir technikoje 27
**Vidinės energijos kitimas** 28
Svarbiausios formulės 28
Kai kurių kūnų temperatūra 28
Kai kurių medžiagų savitoji šiluma 29
Kai kurių rūšių kuro savitoji degimo šiluma 29
**Agregatinių būsenų kitimas** 30
Svarbiausios formulės 30
Įvairių medžiagų lydymosi (kietėjimo) temperatūra (kai atmosferos slėgis normalus) 30
Įvairių medžiagų savitoji lydymosi (kietėjimo) šiluma 30
Įvairių medžiagų savitoji garavimo šiluma 31
Įvairių medžiagų virimo temperatūra (kai slėgis normalus) 31
**Šiluminiai varikliai** 32
Svarbiausios formulės ir dėsniai 32
**Elektros srovė** 32
Svarbiausi dydžiai ir dėsniai 32
Nuolatinė ir kintamoji elektros srovė 33
Kai kuriais prietaisais tekančios elektros srovės stipris 34
Kai kurios įtampos 34
Elektros srovė įvairiose terpėse 35
Kai kurių medžiagų savitoji elektrinė varža (kai temperatūra lygi 20 °C) 35
Kai kurių medžiagų elektrocheminiai ekvivalentai 35
Laidininkų jungimo būdai 36
Kai kurių elektrinių prietaisų vartojamos srovės galia 36
**Elektromagnetiniai reiškiniai** 36
Svarbiausi dydžiai ir dėsniai 36
**Geometrinė optika** 38
Svarbiausi dydžiai ir dėsniai 38
Apšvieta įvairiais atvejais 39
Kai kurių šaltinių šviesos stipris 39
Šviesos greitis įvairiose terpėse 40
Kai kurių medžiagų lūžio rodiklis (kai bangos ilgis 589 nm) 40
Kai kurių medžiagų ribinis visiškojo atspindžio kampas 40
Lęšiais gaunami atvaizdai 41

**Banginė optika** 41
Svarbiausios formulės 41
Bangų rūšys 42
Regimosios šviesos spalva ir ją atitinkantis bangos ilgis bei dažnis 43
**Atomo ir branduolio fizika** 43
Svarbiausi dydžiai ir dėsniai 43
Periodinė elementų lentelė 44
Elektrono išlaisvinimo iš įvairių medžiagų darbas 46
Jonizuojančiosios spinduliuotės rūšys 46
**Astronomija** 47
Kai kurios pasaulio astronomijos observatorijos ir jų teleskopai 47
Saulės, Žemės ir Mėnulio duomenys 48
Saulės sistemos planetų duomenys 49
Didžiausi planetų palydovai 50
Didžiausi asteroidai 50
Asteroidai lietuviškais vardais 51
Kai kurių kometų duomenys 51
Didžiausi meteoritai 52
Ryškiausios žvaigždės 52
Artimiausios žvaigždės 52
Kai kurie žvaigždžių spiečiai 53
Kai kurios galaktikos 53
Galaktikų spiečiai 54
Žvaigždynai 54
**Matematikos formulės, kurias pravartu mokėti sprendžiant fizikos uždavinius** 58
Trupmenų sudėtis ir atimtis 58
Trupmenų daugyba ir dalyba 58
Proporcijos savybė 58
Greitosios daugybos formulės 58
Skaičių aibės 58
Laipsnių su sveikaisiais rodikliais savybės 59
$n$-tojo laipsnio šaknų savybės 59
Atstumas tarp dviejų taškų 59
Stačiojo trikampio elementų sąsajos 59
Keturkampio kampų suma 59
Kampų nuo 0 iki 90° sinusai, kosinusai ir tangentai 60
Plokščiųjų figūrų perimetrai ir plotai 62
Erdvinių kūnų paviršiaus plotai ir tūriai 63
**Naudota literatūra** 64

# Pratarmė

Mielieji mokiniai,
pavartę šią kiek neįprastą knygą, tikriausiai atkreipėte dėmesį į tai, kad joje – vien formulės ir lentelės, kuriose mirga gausybė skaičių. Jos Jums pravers, kai per pamokas ar namuose spręsite fizikos uždavinius ar panorėsite išsiaiškinti kokį nors su fizika susijusį praktinį klausimą, pavyzdžiui, sužinoti ąžuolinio rąsto arba smėlio krūvos masę, turimo varinio laido elektrinę varžą. Be abejo, norint atsakyti į šiuos ir panašius klausimus, teks prisiminti dydžius siejančias formules. Jeigu primiršote, o vadovėlio po ranka neturite – jį teko grąžinti mokyklos bibliotekai, – nesikrimskite. Reikiamas formules ir dėsnius kaipmat rasite šioje knygoje. Jie pateikiami skyrių (turinyje jų pavadinimai išskirti pastorintu šriftu pilkame fone) pradžioje, skyreliuose „Svarbiausi dydžiai ir dėsniai" arba „Svarbiausios formulės". Atitinkamo skyriaus lentelėse galite ieškoti ir fizikinių dydžių verčių, kuriomis neretai tenka papildyti sutrumpintai užrašytą sprendžiamo uždavinio sąlygą.

Knygoje taip pat pateikiama žinių apie tarptautinę matavimo vienetų sistemą (SI), fizikinių dydžių ir vienetų žymenis (simbolius), įvairių vienetų reiškimą SI vienetais, nurodomos fizikinių dydžių, apibūdinančių kai kurių medžiagų savybes (tankį, lydymosi ir virimo temperatūrą, savitąją šilumą ir pan.), skaitinės vertės.

Čia rasite ir fizikos konstantų bei kai kurių gamtoje, technikoje ir buityje dažniau pasitaikančių dydžių vertes, kaip antai: šviesos greičio tuštumoje, elektrono krūvio ir masės, laisvojo kritimo pagreičio, Planko konstantos vertę, kai kurių kūnų tiesinių matmenų, masės, greičio, temperatūros, slėgio ir t. t. vertes. Astronomijos skyriuje gausu duomenų apie Saulę, planetas, jų palydovus, žvaigždes ir kitus kosminius kūnus. Šiam skyriui vertingų pastabų pateikė VU Teorinės fizikos ir astronomijos instituto darbuotojai dr. Romualda Lazauskaitė, dr. Kazimieras Černis ir Saulius Lovčikas, esame jiems labai dėkingi. Knygoje pateikiama ir įdomybių, pavyzdžiui, ilgiausia žmogaus gyvenimo trukmė, grybo po lietaus, plauko augimo greitis, įvairių lietuviškų monetų skersmuo ir masė, aguonos grūdelio slėgimo į grindis jėga, žemėn krintančio lietaus lašelio energija. Galbūt ši informacija Jums pasitarnaus rengiant projektinius darbus, referatus.

Leidinio pabaigoje pateikta nemažai matematikos formulių, kurias pravartu mokėti sprendžiant fizikos uždavinius.

# Fizikinių dydžių matavimo vienetai

## Fizikiniai dydžiai ir pagrindiniai jų matavimo vienetai

| Dydžio pavadinimas | Dydžio simbolis | Pagrindinis dydžio matavimo vienetas | Dydžio matavimo prietaisas |
|---|---|---|---|
| Darbas | $A$ | 1 J | |
| Dažnis | $\nu$ | 1 Hz = 1 $s^{-1}$ | |
| Elektrinė įtampa | $U$ | 1 V | Voltmetras |
| Elektrinė talpa | $C$ | 1 F | |
| Elektrinė varža | $R$ | 1 Ω | Ommetras |
| Elektros krūvis | $q$ | 1 C | Elektrometras |
| Elektros srovės stipris | $I$ | 1 A | Ampermetras |
| Elektrovara | $E$ | 1 V | Voltmetras |
| Energija | $E$ | 1 J | |
| Galia | $N, P$ | 1 W | |
| Garso stipris | $I$ | 1 $W/m^2$ | |
| Garsumas | – | 1 B | |
| Ilgis | $l$ | 1 m | Liniuotė, slankmatis, mikrometras |
| Induktyvumas | $L$ | 1 H | |
| Jėga | $F$ | 1 N | Dinamometras |
| Jėgos momentas | $M$ | 1 N · m | |
| Kampas | $\alpha, \beta, \varphi, \ldots$ | 1 rad, 1° | Matlankis |
| Kampinis greitis | $\omega$ | 1 rad/s | |
| Laikas | $t$ | 1 s | Sekundmatis, laikrodis |
| Lęšio didinimas | $\Gamma$ | | |
| Lęšio laužiamoji geba | $D$ | 1 D, arba 1 dpt | |
| Lęšio židinio nuotolis | $F$ | 1 m | |
| Linijinis greitis | $v$ | 1 m/s | Spidometras |
| Lūžio rodiklis | $n$ | | |
| Magnetinis srautas | $\Phi$ | 1 Wb = 1 V · 1 s | |
| Masė | $m$ | 1 kg | Svarstyklės |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Medžiagos tankis | ρ | 1 kg/m³ | |
| Naudingumo koeficientas | η | | |
| Nueitasis kelias | *s* | 1 m | Matavimo juosta, hodometras |
| Pagreitis | *a* | 1 m/s² | Akcelerometras |
| Paviršiaus apšvieta | *E* | 1 lx | Liuksmetras |
| Periodas | *T* | 1 s | Laikrodis, sekundmatis |
| Plotas | *S* | 1 m² | Planimetras |
| Pusėjimo trukmė | *T* | 1 s | Laikrodis |
| Savitoji elektrinė varža | ρ | 1 Ω · m | |
| Savitoji garavimo šiluma | *L* | 1 J/kg | |
| Savitoji kuro degimo šiluma | *q* | 1 J/kg | |
| Savitoji lydymosi šiluma | λ | 1 J/kg | |
| Savitoji šiluma | *c* | 1 J/(kg · °C) | |
| Slėgis | *p* | 1 Pa = 1 N/m² | Barometras, manometras |
| Šilumos kiekis | *Q* | 1 J | |
| Šviesos srautas | Φ | 1 lm | |
| Šviesos stipris | *I* | 1 cd | |
| Temperatūra | *t* | 1 K, 1 °C | Termometras |
| Transformacijos koeficientas | *k* | | |
| Tūris | *V* | 1 m³ | Matavimo cilindras, menzūra |

## Kartotinių ir dalinių matavimo vienetų sudarymo lentelė

| Sudurtinio žodžio dalis | Jos simbolis | Daugiklis | Daugiklio pavadinimas |
|---|---|---|---|
| Tera- | T | $1\,000\,000\,000\,000 = 10^{12}$ | Trilijonas |
| Giga- | G | $1\,000\,000\,000 = 10^{9}$ | Milijardas |
| Mega- | M | $1\,000\,000 = 10^{6}$ | Milijonas |
| Kilo- | k | $1000 = 10^{3}$ | Tūkstantis |
| Hekto- | h | $100 = 10^{2}$ | Šimtas |
| Deka- | da | $10 = 10^{1}$ | Dešimtis |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Deci- | d | $0{,}1 = 10^{-1}$ | Viena dešimtoji |
| Centi- | c | $0{,}01 = 10^{-2}$ | Viena šimtoji |
| Mili- | m | $0{,}001 = 10^{-3}$ | Viena tūkstantoji |
| Mikro- | µ | $0{,}000\,001 = 10^{-6}$ | Viena milijonoji |
| Nano- | n | $0{,}000\,000\,001 = 10^{-9}$ | Viena milijardoji |
| Piko- | p | $0{,}000\,000\,000\,001 = 10^{-12}$ | Viena trilijonoji |
| Femto- | f | $0{,}000\,000\,000\,000\,001 = 10^{-15}$ | Viena kvadrilijonoji |
| Ato- | a | $0{,}000\,000\,000\,000\,000\,001 = 10^{-18}$ | Viena kvintilijonoji |

## Pagrindiniai SI vienetai

| Dydis | Vienetas | | Vieneto apibrėžtis, jos sukūrimo metai |
|---|---|---|---|
| | Pavadinimas | Simbolis | |
| Ilgis | metras | m | Atstumas, kurį vakuume šviesa nusklinda per 1/299792458 sekundės dalį (1983 m.) |
| Masė | kilogramas | kg | Masė, lygi tarptautinio kilogramo etalono masei (1899 m. ir 1901 m.) |
| Laikas | sekundė | s | Laikas, lygus spinduliavimo, atitinkančio šuolį tarp $^{133}$Cs atomo pagrindinės būsenos dviejų hipersmulkiosios sandaros lygmenų, 9 192 631 770 periodų, trukmei (1967 m.) |
| Elektros srovės stipris | amperas | A | Stipris nuolatinės elektros srovės, kuri tekėdama dviem lygiagrečiais be galo ilgais nykstamojo apskrito skerspjūvio laidais, esančiais vakuume 1 m atstumu vienas nuo kito, sukelia tarp jų $2 \cdot 10^{-7}$ N sąveikos jėgą kiekvienam laidų ilgio metrui (1948 m.) |
| Temperatūra | kelvinas | K | Vandens trigubojo taško termodinaminės temperatūros 1/273,16 dalis (1976 m.) |
| Medžiagos kiekis | molis | mol | Medžiagos kiekis sistemos, turinčios tiek pat struktūrinių elementų (atomų, molekulių, jonų, elektronų ir kt. dalelių arba dalelių grupių), kiek atomų yra 0,012 kg anglies $^{12}$C (1971 m.) |
| Šviesos stipris | kandela | cd | Šviesos stipris tokio šaltinio, kuris tam tikra kryptimi skleidžia $540 \cdot 10^{12}$ hercų dažnio ir 1/683 vato steradianui stiprio spinduliuotę (1979 m.) |

## Papildomieji SI vienetai

| Dydis | Vienetas | | Vieneto apibrėžtis |
|---|---|---|---|
| | Pavadinimas | Simbolis | |
| Plokščiasis kampas | radianas | rad | Plokščiasis kampas tarp dviejų apskritimo spindulių, kai lanko ilgis tarp jų galų lygus šio apskritimo spinduliui |
| Erdvinis kampas | steradianas | sr | Erdvinis kampas, su viršūne sferos centre, išpjaunantis sferos paviršiuje figūrą, lygiaplotę su kvadratu, kurio kraštinės ilgis lygus šios sferos spinduliui |

## Kai kurių matavimo vienetų vertė, išreikšta pagrindiniais SI vienetais

| Vieneto pavadinimas | Vieneto žymėjimas | Vertė, išreikšta pagrindiniais SI vienetais |
|---|---|---|
| | ***Atstumo, ilgio vienetai*** | |
| Astronominis vienetas | 1 av | $1{,}496 \cdot 10^{11}$ m |
| Centimetras | 1 cm | $10^{-2}$ m |
| Colis | 1 in | 25,4 mm = $2{,}54 \cdot 10^{-2}$ m |
| Jūrmylė | | 1,852 km ≈ 1850 m |
| Kabeltovas | 1 cab | 0,1 jūrmylės = 185,2 m |
| Kilometras | 1 km | $10^{3}$ m |
| Mikrometras | 1 µm | $10^{-6}$ m |
| Mylia | | ≈1,609 km ≈ 1610 m |
| Milimetras | 1 mm | $10^{-3}$ m |
| Nanometras | 1 nm | $10^{-9}$ m |
| Parsekas | 1 pc | $3{,}086 \cdot 10^{16}$ m |
| Pėda | 1 ft | 304,8 mm ≈ 0,305 m |
| Pikometras | 1 pm | $10^{-12}$ m |
| Šviesmetis | 1 šm | $9{,}4605 \cdot 10^{15}$ m |
| | ***Darbo, energijos, šilumos kiekio vienetai*** | |
| Elektronvoltas | 1 eV | $1{,}6 \cdot 10^{-19}$ J |
| Kilodžaulis | 1 kJ | $10^{3}$ J |
| Kilovatvalandė | 1 kWh | $3{,}6 \cdot 10^{6}$ J |
| Megadžaulis | 1 MJ | $10^{6}$ J |

| | | |
|---|---|---|
| Milidžaulis | 1 mJ | $10^{-3}$ J |
| Vatvalandė | 1 Wh | $3{,}6 \cdot 10^{3}$ J |
| | ***Dažnio vienetai*** | |
| Kilohercas | 1 kHz | $10^{3}$ Hz |
| Megahercas | 1 MHz | $10^{6}$ Hz |
| Milihercas | 1 mHz | $10^{-3}$ Hz |
| | ***Elektrinės įtampos ir elektrovaros vienetai*** | |
| Kilovoltas | 1 kV | $10^{3}$ V |
| Milivoltas | 1 mV | $10^{-3}$ V |
| | ***Elektrinės talpos vienetai*** | |
| Mikrofaradas | 1 μF | $10^{-6}$ F |
| Nanofaradas | 1 nF | $10^{-9}$ F |
| Pikofaradas | 1 pF | $10^{-12}$ F |
| | ***Elektrinės varžos vienetai*** | |
| Kiloomas | 1 kΩ | $10^{3}$ Ω |
| Megaomas | 1 MΩ | $10^{6}$ Ω |
| Miliomas | 1 mΩ | $10^{-3}$ Ω |
| | ***Elektros srovės stiprio vienetai*** | |
| Kiloamperas | 1 kA | $10^{3}$ A |
| Mikroamperas | 1 μA | $10^{-6}$ A |
| Miliamperas | 1 mA | $10^{-3}$ A |
| | ***Galios vienetai*** | |
| Arklio galia | 1 AG | 735,5 W |
| Kilovatas | 1 kW | $10^{3}$ W |
| Megavatas | 1 MW | $10^{6}$ W |
| | ***Garsumo vienetai*** | |
| Decibelas | 1 dB | $10^{-2}$ B |
| | ***Greičio vienetai*** | |
| Centimetras per sekundę | 1 cm/s | $10^{-2}$ m/s |
| Kilometras per sekundę | 1 km/s | $10^{3}$ m/s |
| Kilometras per valandą | 1 km/h | ≈16,7 m/min ≈ 0,28 m/s<br>(1 m/s = 3,6 km/h) |
| Mazgas (jūros) | 1 kn | ≈ 0,514 m/s |
| Metras per minutę | 1 m/min | $\frac{1}{60}$ m/s |

| | | |
|---|---|---|
| | ***Induktyvumo vienetai*** | |
| Milihenris | 1 mH | $10^{-3}$ H |
| | ***Jėgos vienetai*** | |
| Kiloniutonas | 1 kN | $10^{3}$ N |
| Meganiutonas | 1 MN | $10^{6}$ N |
| Miliniutonas | 1 mN | $10^{-3}$ N |
| | ***Kampo vienetai*** | |
| Laipsnis | 1° | 0,0175 rad |
| Minutė | 1′ | $\frac{1}{60°} = \frac{\pi}{180}$ rad ≈ $1{,}7453 \cdot 10^{-2}$ rad |
| Sekundė | 1″ | $\frac{1}{3600°} = \frac{\pi}{10\,800}$ rad ≈ $2{,}9089 \cdot 10^{-4}$ rad |
| | ***Laiko, periodo vienetai*** | |
| Amžius | 1 a. | 3 153 600 000 s |
| Metai (365 dienos) | 1 m. | 31 536 000 s |
| Minutė | 1 min | 60 s |
| Para | 1 para | 86 400 s |
| Valanda | 1 h | 3600 s |
| | ***Masės vienetai*** | |
| Atominės masės vienetas | 1 u | $1{,}6605 \cdot 10^{-27}$ kg |
| Centneris | 1 cnt | 100 kg |
| Gramas | 1 g | $10^{-3}$ kg |
| Karatas | 1 ct | 0,2 g = $2 \cdot 10^{-4}$ kg |
| Mikrogramas | 1 μg | $10^{-9}$ kg |
| Miligramas | 1 mg | $10^{-6}$ kg |
| Pūdas | | ≈ 16,4 kg |
| Svaras (rus.) | | ≈ 409,5 g ≈ 0,410 kg |
| Svaras (angl.) | 1 lb | ≈ 453,592 g ≈ 0,454 kg |
| Tona | 1 t | $10^{3}$ kg |
| Uncija | 1 oz | ≈ 28,35 g ≈ 0,03 kg |
| | ***Medžiagos tankio vienetai*** | |
| Gramas kubiniam centimetrui | 1 g/cm³ | $10^{3}$ kg/m³ |

| | | |
|---|---|---|
| | ***Pagreičio vienetai*** | |
| Centimetras per sekundę kvadratu | 1 $cm/s^2$ | $10^{-2}$ $m/s^2$ |
| | ***Ploto vienetai*** | |
| Aras | 1 a | 100 $m^2$ |
| Hektaras | 1 ha | $10^4$ $m^2$ |
| Kvadratinis centimetras | 1 $cm^2$ | $10^{-4}$ $m^2$ |
| Kvadratinis decimetras | 1 $dm^2$ | $10^{-2}$ $m^2$ |
| Kvadratinis kilometras | 1 $km^2$ | $10^6$ $m^2$ |
| Kvadratinis milimetras | 1 $mm^2$ | $10^{-6}$ $m^2$ |
| | ***Savitosios elektrinės varžos vienetai*** | |
| Omas kvadratinis milimetras metrui | 1 $\Omega \cdot mm^2/m$ | $10^{-6}$ $\Omega \cdot m$ |
| | ***Slėgio vienetai*** | |
| Gyvsidabrio stulpelio milimetras | 1 mm Hg | 133,3 Pa |
| Hektopaskalis | 1 hPa | 100 Pa |
| Kilopaskalis | 1 kPa | $10^3$ Pa |
| Megapaskalis | 1 MPa | $10^6$ Pa |
| Vandens stulpelio milimetras | 1 mm $H_2O$ | 10 Pa |
| | ***Tūrio vienetai*** | |
| Kubinis centimetras | 1 $cm^3$ | $10^{-6}$ $m^3$ |
| Kubinis decimetras | 1 $dm^3$ | $10^{-3}$ $m^3$ |
| Kubinis kilometras | 1 $km^3$ | $10^9$ $m^3$ |
| Kubinis milimetras | 1 $mm^3$ | $10^{-9}$ $m^3$ |
| Litras | 1 l | $10^{-3}$ $m^3$ |

## Temperatūros vienetų ryšys

| Temperatūra Celsijaus laipsniais (°C) | Temperatūra Farenheito laipsniais (°F) | Temperatūra kelvinais (K) | Temperatūra Celsijaus laipsniais (°C) | Temperatūra Farenheito laipsniais (°F) | Temperatūra kelvinais (K) |
|---|---|---|---|---|---|
| –55 | –67 | 218 | 25 | 77 | 298 |
| –50 | –58 | 223 | 30 | 86 | 303 |
| –45 | –49 | 228 | 35 | 95 | 308 |
| –40 | –40 | 233 | 40 | 104 | 313 |
| –35 | –31 | 238 | 45 | 113 | 318 |
| –30 | –22 | 243 | 50 | 122 | 323 |
| –25 | –13 | 248 | 55 | 131 | 328 |
| –20 | –4 | 253 | 60 | 140 | 333 |
| –15 | 5 | 258 | 65 | 149 | 338 |
| –10 | 14 | 263 | 70 | 158 | 343 |
| –5 | 23 | 268 | 75 | 167 | 348 |
| 0 | 32 | 273 | 80 | 176 | 353 |
| 5 | 37 | 278 | 85 | 185 | 358 |
| 10 | 50 | 283 | 90 | 194 | 363 |
| 15 | 59 | 288 | 95 | 203 | 368 |
| 20 | 68 | 293 | 100 | 212 | 373 |

**Pastaba.** Celsijaus laipsnius galima paversti Farenheito laipsniais pagal tokią formulę: $t\ [°F] = \frac{9}{5}\ t\ [°C] + 32$; čia $t$ [°F] ir $t$ [°C] – temperatūra, išreikšta atitinkamai Farenheito ir Celsijaus laipsniais. Kelvinai susiję su Celsijaus laipsniais tokiu sąryšiu: $T\ [K] = t\ [°C] + 273$; čia $T$ [K] ir $t$ [°C] – temperatūra, išreikšta atitinkamai kelvinais ir Celsijaus laipsniais.

# Konstantos

## Fizikos konstantos

| | |
|---|---|
| Laisvojo kritimo pagreitis | $g \approx 9{,}81$ m/s$^2$ |
| Šviesos greitis tuštumoje (vakuume) | $c \approx 299\,792\,458$ m/s |
| Normalusis atmosferos slėgis | $p_0 = 1{,}01 \cdot 10^5$ Pa |
| Elementarusis elektros krūvis (elektrono krūvis) | $e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C |
| Elektrono masė | $m_e = 9{,}1 \cdot 10^{-31}$ kg |
| Protono masė | $m_p = 1{,}6726 \cdot 10^{-27}$ kg |
| Neutrono masė | $m_n = 1{,}6749 \cdot 10^{-27}$ kg |
| Planko konstanta | $h = 6{,}63 \cdot 10^{-34}$ J · s |
| Atominės masės vienetas | $1\ \text{u} = 1{,}6605 \cdot 10^{-27}$ kg |

## Matematikos konstantos

| | |
|---|---|
| Skaičius π (pi) | $\pi = 3{,}141\,592\,653\,589\,793... \approx 3{,}14$ |
| $\sqrt{2}$ | $\sqrt{2} = 1{,}414\,231\,562... \approx 1{,}41$ |
| $\sqrt{3}$ | $\sqrt{3} = 1{,}732\,050\,808... \approx 1{,}73$ |
| $\sqrt{5}$ | $\sqrt{5} = 2{,}236\,067\,977... \approx 2{,}24$ |
| $\sqrt{10}$ | $\sqrt{10} = 3{,}162\,277\,660... \approx 3{,}16$ |

## Graikų abėcėlė

| Didžioji raidė | Mažoji raidė | Raidės pavadinimas | Didžioji raidė | Mažoji raidė | Raidės pavadinimas |
|---|---|---|---|---|---|
| Α | α | alfa | Ν | ν | ni |
| Β | β | beta | Ξ | ξ | ksi |
| Γ | γ | gama | Ο | ο | omikron |
| Δ | δ | delta | Π | π | pi |
| Ε | ε | epsilon | Ρ | ρ | ro |
| Ζ | ζ | dzeta | Σ | σ | sigma |
| Η | η | eta | Τ | τ | tau |
| Θ | θ | teta | Υ | υ | ipsilon |
| Ι | ι | jota | Φ | φ | fi |
| Κ | κ | kapa | Χ | χ | chi |
| Λ | λ | lambda | Ψ | ψ | psi |
| Μ | μ | mi | Ω | ω | omega |

# Kūnų tiesiniai matmenys, masė, tankis

## Svarbiausi dydžiai

Medžiagos tankis $\varrho = \frac{m}{V}$; čia $m$ – kūno, padaryto iš šios medžiagos, masė, $V$ – jo tūris.

## Kai kurių kūnų tiesiniai matmenys

| | |
|---|---|
| Deguonies molekulės skersmuo | $3 \cdot 10^{-9}$ m |
| Bakterijos lazdelės ilgis | $(1–10) \cdot 10^{-6}$ m |
| Raudonųjų kraujo kūnelių skersmuo | $7{,}5 \cdot 10^{-6}$ m |
| Baltųjų kraujo kūnelių skersmuo | $(8–20) \cdot 10^{-6}$ m |
| Plauko skersmuo | $10^{-4}$ m |
| 10 ct monetos skersmuo | $1{,}7 \cdot 10^{-2}$ m |
| 2 ct monetos skersmuo | $2{,}1 \cdot 10^{-2}$ m |
| 1 Lt monetos skersmuo | $2{,}23 \cdot 10^{-2}$ m |
| 50 ct monetos skersmuo | $2{,}3 \cdot 10^{-2}$ m |
| Stalo teniso kamuoliuko skersmuo | $3{,}8 \cdot 10^{-2}$ m |
| Lauko teniso kamuoliuko skersmuo | $6{,}4 \cdot 10^{-2}$ m |
| Kompaktinio disko skersmuo | 0,08 m, 0,12 m |
| Futbolo kamuolio skersmuo | 0,22 m |
| Krepšinio kamuolio skersmuo | 0,23–0,24 m |
| Aukščiausio žmogaus ūgis | 2,72 m |
| Futbolo aikštės plotis | 45–90 m |
| Futbolo aikštės ilgis | 90–120 m |
| Aukščiausio medžio aukštis | 112 m |
| Cheopso piramidės aukštis | 137 m |
| Aukščiausios pasaulio viršukalnės (Himalajų Džomolungmos) aukštis | 8850,67 m |
| Didžiausias vandenyno gylis (Marianų lovys Ramiajame vandenyne) | 10 911 m |
| Atstumas nuo Žemės iki Mėnulio | $3{,}84 \cdot 10^{8}$ m |
| Atstumas nuo Žemės iki artimiausios žvaigždės | $4{,}0 \cdot 10^{16}$ m |
| Atstumas iki Andromedos galaktikos | $2{,}365 \cdot 10^{22}$ m |

## Kai kurių procesų trukmė

| | |
|---|---|
| Trumpiausio lazerio blyksnio trukmė | $4 \cdot 10^{-15}$ s |
| Blykstės blyksnio trukmė | $2{,}5 \cdot 10^{-3}$– $4 \cdot 10^{-2}$ s |
| Akies mirksnio trukmė | 0,15 s |
| Šviesos sklidimo nuo Žemės iki Mėnulio trukmė | $\approx 1{,}25$ s |
| Šviesos sklidimo nuo Saulės iki Žemės trukmė | $\approx 499$ s |
| Ilgiausias žmogaus amžius | 122 m. |
| Saulės apsisukimo apie Visatos centrą trukmė | 240 mln. m. |
| Žemynų formavimosi ciklas | 400 mln. m. |
| Saulės ir Žemės amžius | 4,6 mlrd. m. |
| Visatos amžius | 10–15 mlrd. m. |

## Kai kurių kūnų masė

| | |
|---|---|
| Gripo virusas | $7 \cdot 10^{-16}$ kg |
| Raudonasis kraujo kūnelis | $10^{-13}$ kg |
| Aguonos grūdelis | $5 \cdot 10^{-7}$ kg |
| Vandens lašas | $4 \cdot 10^{-5}$ kg |
| Žirnis | $5 \cdot 10^{-5}$ kg |
| Kolibris (mažiausias paukštis) | $(1{,}6–20) \cdot 10^{-3}$ kg |
| 1 ct moneta | $0{,}88 \cdot 10^{-3}$ kg |
| 50 ct moneta | $6{,}0 \cdot 10^{-3}$ kg |
| 1 Lt moneta | $6{,}25 \cdot 10^{-3}$ kg |
| Stalo teniso kamuoliukas | $(2{,}4–2{,}5) \cdot 10^{-3}$ kg |
| Kiaušinis (vištos) | 0,06 kg |
| Ledo ritulys | 0,16–0,17 kg |
| Krepšinio kamuolys | 0,51–0,65 kg |
| Sportinis diskas (vyriškas) | 2,0 kg |
| Didžiausias rastas aukso luitas (Holtermano plokštė, Australija, 1872 m.) | 214,33 kg |
| Dramblys (vidutiniškai) | iki 7000 kg |
| Lėktuvas „Boeing 767-200" (starto metu) | 175 500 kg |
| Cheopso piramidė | $6 \cdot 10^{9}$ kg |
| Žemės atmosfera | $5{,}1 \cdot 10^{18}$ kg |
| Mėnulis | $7{,}35 \cdot 10^{22}$ kg |
| Žemė | $5{,}97 \cdot 10^{24}$ kg |
| Saulė | $1{,}99 \cdot 10^{30}$ kg |
| Galaktika | $\approx 2 \cdot 10^{42}$ kg |

## Kai kurių medžiagų tankis

| Medžiaga | ρ, kg/m³ | ρ, g/cm³ | Medžiaga | ρ, kg/m³ | ρ, g/cm³ |
|---|---|---|---|---|---|
| ***Kietieji kūnai (kai temperatūra 20 °C)*** | | | | | |
| Akmens anglys | 1280–1500 | 1,28–1,5 | Plienas, geležis | 7800 | 7,8 |
| Alavas | 7280 | 7,28 | Platina | 21 500 | 21,5 |
| Aliuminis | 2700 | 2,7 | Plyta | 1800 | 1,8 |
| Auksas | 19 300 | 19,3 | Polietilenas | 920 | 0,92 |
| Ąžuolas (sausas) | 800 | 0,8 | Popierius | 700–1200 | 0,7–1,2 |
| Betonas | 2250 | 2,25 | Porcelianas | 2300 | 2,3 |
| Bulvė | 1100 | 1,1 | Pušis (sausa) | 500 | 0,5 |
| Deimantas | 3500 | 3,5 | Sidabras | 10 500 | 10,5 |
| Gintaras | 890–1098 | 0,89–1,1 | Smėlis | 1500 | 1,5 |
| Guma | 910–1400 | 0,9–1,4 | Sniegas (sudrėkęs) | 200–800 | 0,2–0,8 |
| Kamštis | 240 | 0,24 | Stiklas (langų) | 2500 | 2,5 |
| Kreida | 2400 | 2,4 | Švinas | 11 300 | 11,3 |
| Ledas (0 °C) | 900 | 0,9 | Valgomoji druska | 2200 | 2,2 |
| Parafinas | 900 | 0,9 | Varis | 8900 | 8,9 |
| ***Skysčiai (kai temperatūra 20 °C)*** | | | | | |
| Alyvų aliejus | 920 | 0,92 | Medus | 1345 | 1,345 |
| Etanolis | 790 | 0,79 | Nafta | 800 | 0,8 |
| Benzinas | 700–800 | 0,7–0,8 | Pienas | 1030 | 1,03 |
| Gyvsidabris | 13 600 | 13,6 | Saulėgrąžų aliejus | 922 | 0,922 |
| Glicerolis | 1260 | 1,26 | Vanduo (geriamasis) | 1000 | 1,0 |
| Kraujas | 1050 | 1,05 | Vanduo (jūros) | 1030 | 1,03 |
| ***Dujos (normaliomis sąlygomis)*** | | | | | |
| Amoniakas | 0,77 | $7,7 \cdot 10^{-4}$ | Deguonis | 1,43 | $1,43 \cdot 10^{-3}$ |
| Anglies dioksidas | 1,98 | $1,98 \cdot 10^{-3}$ | Gamtinės dujos | 0,7–0,9 | $(7–9) \cdot 10^{-4}$ |
| Azotas | 1,25 | $1,25 \cdot 10^{-3}$ | Oras | 1,29 | $1,29 \cdot 10^{-3}$ |
| Chloras | 3,21 | $3,21 \cdot 10^{-3}$ | Vandenilis | 0,09 | $9 \cdot 10^{-5}$ |

# Kinematika

## Judėjimo rūšys

| | Judėjimo rūšis | Pagreitis | Greitis | Nueitasis kelias |
|---|---|---|---|---|
| Tiesiaeigis judėjimas | Tolyginis | $a = 0$ | $v = \frac{s}{t}$ | $s = vt$ |
| | Tolygiai greitėjantis | $a = \text{const};$<br>$a = \frac{v - v_0}{t}$ | $v = v_0 + at$ | $s = s_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$ |
| | Tolygiai lėtėjantis | $a = \text{const};$<br>$a = \frac{v - v_0}{t}$ | $v = v_0 - at$ | $s = s_0 + v_0 t - \frac{at^2}{2}$ |
| Kreivaeigis judėjimas | Judėjimas apskritimu | $a_{įc} = \frac{v^2}{R}$ | Linijinis greitis<br>$v = \frac{s}{t} = \frac{2\pi R}{T}$<br>Kampinis greitis<br>$\omega = \frac{\varphi}{t} = \frac{2\pi}{T}$ | $s = 2\pi R$ |
| | Svyravimas | Dažnio ir periodo ryšys<br>$\nu = \frac{1}{T};$ $T = \frac{1}{\nu}.$<br>Matematinės svyruoklės svyravimo periodas<br>$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$; čia $l$ – svyruoklės ilgis,<br>$g$ – laisvojo kritimo pagreitis.<br>Bangos ilgio, sklidimo greičio ir dažnio ryšys<br>$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda\nu;$ $\lambda = vT = \frac{v}{\nu}.$ | | |

## Kai kurių kūnų ir procesų greitis

| | |
|---|---|
| Žemynų judėjimas (vidutinis greitis) | $1{,}5 \cdot 10^{-9}$ m/s |
| Plauko augimas | $5 \cdot 10^{-9}$ m/s |
| Grybas po lietaus | $8 \cdot 10^{-5}$ m/s |
| Sraigė | 0,005 km/h = 0,0014 m/s |
| Pėsčiasis | 1,3 m/s |
| Plaukikas | 1,7 m/s |
| Silpnas vėjas | 4–5 m/s |
| Kregždė | 18 km/h = 5 m/s |
| Bėgikas (sprinteris) | 11 m/s |

Tęsinys

| | |
|---|---|
| Greičiausias arklys | 20 m/s |
| Gepardas | 104,4 km/h = 29 m/s |
| Greičiausios žuvys | 36 m/s |
| Teniso kamuoliukas | iki 75 m/s |
| Traukinys su magnetinėmis pagalvėmis | 161,4 m/s |
| Lėktuvas „Concorde" | 650 m/s |
| Mėnulis orbitoje aplink Žemę | $1{,}02 \cdot 10^3$ m/s |
| Palydovas orbitoje aplink Žemę | 7900 m/s |
| Žemė orbitoje aplink Saulę | $2{,}98 \cdot 10^4$ m/s |
| Šviesa tuštumoje (vakuume) | 299 792 457,987 m/s |

# Dinamika

## Svarbiausi dydžiai ir dėsniai

Jėga $F = ma$; čia $m$ – kūno masė, $a$ – jo pagreitis.

### Inercijos dėsnis (pirmasis Niutono dėsnis)

Jeigu kūno nepaveikia kiti kūnai, jis išlaiko rimtį arba juda tiesiai ir tolygiai.

### Antrasis Niutono dėsnis

Kūno įgytas pagreitis yra tiesiogiai proporcingas veikiančiai jėgai ir atvirkščiai proporcingas kūno masei:

$$a = \frac{F}{m};$$

čia $m$ – kūno masė, $F$ – kūną veikianti jėga.

### Veiksmo ir atoveikio dėsnis (trečiasis Niutono dėsnis)

Veiksmo ir atoveikio jėgos yra lygios, tik priešingų krypčių.

## Jėgų rūšys

| Jėgos pavadinimas | Jos simbolis, išraiška | Vaizdavimas |
|---|---|---|
| Tamprumo jėga | $F_{tampr}$<br>$F_{tampr} = kx$;<br>čia $k$ – spyruoklės (ar siūlo) standumo koeficientas,<br>$x$ – jos pailgėjimas | |
| Sunkio jėga | $F_s$<br>$F_s = mg$;<br>čia $m$ – kūno masė,<br>$g$ – laisvojo kritimo pagreitis | |
| Kūno svoris | $P$<br>$P = mg$;<br>čia $m$ – kūno masė,<br>$g$ – laisvojo kritimo pagreitis | |
| Trinties jėga | $F_{tr}$ | |
| Įcentrinė jėga | $F_{įc}$<br>$F_{įc} = ma_{įc} = \frac{mv^2}{R}$;<br>čia $m$ – kūno masė,<br>$v$ – jo greitis,<br>$R$ – trajektorijos kreivumo spindulys | |

Atstojamoji jėga:
$F = F_1 + F_2$, kai jėgos $F_1$ ir $F_2$ veikia ta pačia kryptimi;
$F = F_1 - F_2$, kai jėgos $F_1$ ir $F_2$ veikia priešingomis kryptimis.

## Jėgos gamtoje ir technikoje

| | |
|---|---|
| Jėga, kuria du 1 kg masės kūnai traukia vienas kitą, kai atstumas tarp jų 1 m | $6{,}7 \cdot 10^{-11}$ N |
| Jėga, kuria branduolys traukia elektroną vandenilio atome | $8{,}2 \cdot 10^{-8}$ N |
| Jėga, kuria du žmonės traukia vienas kitą, kai atstumas tarp jų 1 m | $3 \cdot 10^{-7}$ N |
| Aguonos grūdelio slėgimo į grindis jėga | $5 \cdot 10^{-6}$ N |
| Trinties jėga važiuojant dviračiu | 4 N |
| Sportinio lanko įtempimo jėga | 200 N |
| Teniso kamuoliuko smūgio į raketę jėga | 400 N |
| Futbolininko smūgio į kamuolį jėga | iki $7{,}8 \cdot 10^{3}$ N |
| Lėktuvo „Concorde" traukos jėga | $6{,}8 \cdot 10^{5}$ N |
| Galingo hidraulinio preso slėgimo jėga | $8 \cdot 10^{8}$ N |
| Žemės ir Mėnulio tarpusavio traukos jėga | $\approx 2 \cdot 10^{20}$ N |
| Žemės ir Saulės tarpusavio traukos jėga | $\approx 3{,}5 \cdot 10^{22}$ N |

# Mechaninis darbas, galia, mechaninė energija

## Svarbiausi dydžiai

Mechaninis darbas $A = Fs$; čia $F$ – kūną veikianti jėga, $s$ – jo nueitas kelias.

Galia $N = \frac{A}{t}$; čia $A$ – mechaninis darbas, $t$ – laikas, per kurį jis atliktas.

| Energijos rūšis | Formulė |
|---|---|
| Potencinė energija | $E_p = mgh$; čia $m$ – kūno masė, $g$ – laisvojo kritimo pagreitis, $h$ – kūno pakilimo aukštis |
| Kinetinė energija | $E_k = \frac{mv^2}{2}$; čia $m$ – kūno masė, $v$ – jo greitis |
| Pilnutinė mechaninė energija | $E = E_p + E_k = mgh + \frac{mv^2}{2}$ |
| Vidinė energija | Šios rūšies energijos formulė pateikiama aukštesnėse klasėse |

| Kai kurių kūnų ir fizikinių reiškinių energija | |
|---|---|
| Elektronas vandenilio atome | $2{,}2 \cdot 10^{-18}$ J |
| Urano branduolio skilimas | $3{,}2 \cdot 10^{-11}$ J |
| Greičiausi protonai (laboratorijoje) | $2 \cdot 10^{-7}$ J |
| Žemėn krintantis lietaus lašelis | $7 \cdot 10^{-3}$ J |
| 1 g sudeginamų riebalų | $3{,}8 \cdot 10^{4}$ J |
| Granatos sprogimas | $10^{5}$ J |
| Stiprus žaibas | $10^{9}$ J |
| Atominė bomba, numesta ant Hirosimos | $5 \cdot 10^{13}$ J |
| Pasaulyje per metus pagaminama energija | $3{,}5 \cdot 10^{19}$ J |
| Tamboro ugnikalnio išsiveržimas (1815 m., Indonezija) | $8{,}4 \cdot 10^{19}$ J |
| Saulės energija, tenkanti Žemei per metus | $5{,}5 \cdot 10^{24}$ J |
| Žemės judėjimo aplink Saulę kinetinė energija | $2{,}6 \cdot 10^{33}$ J |
| Supernovos (žvaigždės) sprogimas | iki $10^{45}$ J |

| Galia gamtoje ir technikoje | |
|---|---|
| Skrendanti musė | $3 \cdot 10^{-4}$ W |
| Sportininkas (didžiausia per 5 s) | 1500 W |
| Benzininis variklis | $(3–27) \cdot 10^{4}$ W |
| Dyzelis | $(2–60) \cdot 10^{4}$ W |
| Tramvajus | $2 \cdot 10^{5}$ W |
| Elektrovežis | $(1–4) \cdot 10^{6}$ W |
| Didžiausia hidroelektrinė | $4{,}5 \cdot 10^{9}$ W |
| Nešančioji raketa „Saturn V" | $1{,}3 \cdot 10^{11}$ W |
| Žaibas | iki $7 \cdot 10^{14}$ W |
| Saulė | $3{,}83 \cdot 10^{26}$ W |
| Sprogstanti supernova (žvaigždė) | $10^{37}$ W |
| Kvazaras (aktyvioji galaktika) | $10^{40}–10^{41}$ W |

# Garsas

## Garso greitis įvairiose terpėse

| Terpė | *v*, m/s | Terpė | *v*, m/s |
|---|---|---|---|
| Alavas | 2100 | Ledas (0 °C) | 3800 |
| Aliuminis | 6260 | Oras (0 °C) | 331,3 |
| Alyvų aliejus | 1432 | Oras (20 °C) | 343,8 |
| Anglies dioksidas | 268 | Plienas | 5300–6100 |
| Auksas | 3200 | Plyta | 3600 |
| Azotas | 334 | Pušis | 5030 |
| Ąžuolas | 4115 | Sidabras | 3600 |
| Benzinas | 1500 | Stiklas (paprastas) | 3500–5800 |
| Deguonis | 316 | Stiklas (kvarco) | 5900 |
| Deimantas | 18 000 | Švinas | 2160 |
| Geležis | 5850 | Vandenilis | 1284 |
| Gyvsidabris | 1453 | Vandens garai (100 °C) | 494 |
| Glicerolis | 1923 | Vanduo (0 °C) | 1402 |
| Grafitas | 1470 | Vanduo (25 °C) | 1496 |
| Kamštis | 430–530 | Vanduo (jūros) | 1490 |

## Garsų rūšys

| Garso rūšis | Garso dažnis, Hz | Jo bangos ilgis, m |
|---|---|---|
| Infragarsas | < 16 | > 20 |
| Žmogaus girdimas garsas | 16–20 000 | 0,015–20 |
| Ultragarsas | > 20 000 | < 0,015 |

## Garsumo lentelė

| Garsas | Garso stipris, W/m$^2$ | Garsumas, dB |
|---|---|---|
| Girdos slenkstis | $10^{-12}$ | 0 |
| Kvėpavimo garsas | $10^{-11}$ | 10 |
| Kišeninio laikrodžio tiksėjimas | $10^{-10}$ | 20 |
| Lapų čežėjimas | $10^{-9}$ | 30 |

| | | |
|---|---|---|
| Šnabždesys | $10^{-8}$ | 40 |
| Įprasta kalba | $10^{-7}$ | 50 |
| Vidutinio garsumo kalba | $10^{-6}$ | 60 |
| Garsi kalba | $10^{-5}$ | 70 |
| Gatvės triukšmas | $10^{-4}$ | 80 |
| Gamyklos cecho triukšmas | $10^{-3}$ | 90 |
| Diskotekos triukšmas | $10^{-2}$ | 100 |
| Roko muzikos koncertas | 1 | 120 |
| Reaktyvinis variklis. Skausmo slenkstis | 10 | 130 |

# Kūnų pusiausvyra

## Svarbiausi dydžiai ir taisyklės

Jėgos momentas $M = Fl$; čia $F$ – kūną veikianti jėga, $l$ – jos petys (trumpiausias atstumas nuo kūno sukimosi ašies iki jėgos veikimo linijos).

Naudingumo koeficientas: $\eta = \frac{A_n}{A_v}$, $\eta = \frac{A_n}{A_v} \cdot 100\ \%$; čia $A_n$ – naudingasis darbas, $A_v$ – visas darbas.

### Jėgų momentų taisyklė

Kūnas, turintis įtvirtintą sukimosi ašį, yra pusiausviras, jeigu jėgų momentų, sukančių jį laikrodžio rodyklės judėjimo kryptimi, suma lygi jėgų momentų, sukančių priešinga kryptimi, sumai:

$$F_1l_1 + F_2l_2 + \ldots = F_3l_3 + F_4l_4 + \ldots;$$

čia $F_1$, $F_2$, $F_3$, $F_4$, ... – kūną veikiančios jėgos, $l_1$, $l_2$, $l_3$, $l_4$, ... – jų pečiai.

### Sverto taisyklė

Svertas yra pusiausviras tada, kai jį veikiančios jėgos atvirkščiai proporcingos jų pečiams:

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{l_2}{l_1};$$

čia $P_1$, $P_2$ – svertą veikiančios jėgos, $l_1$, $l_2$ – jų pečiai.

### Auksinė mechanikos taisyklė

Kiek kartų laimime jėgos, tiek kartų pralaimime kelio.

## Paprastieji mechanizmai

| Mechanizmas | Jo schema | Formulė |
|---|---|---|
| Vienpusis svertas | | $\frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1}$ |
| Dvipusis svertas | | $\frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1}$ |
| Nuožulnioji plokštuma | | $\frac{P}{F} = \frac{l}{h}$ |
| Nekilnojamasis skridinys | | $F_2 = F_1$ |
| Kilnojamasis skridinys | | $F_2 = \frac{1}{2} F_1$ |

# Slėgis

## Svarbiausi dydžiai ir dėsniai

Slėgis $p = \frac{F}{S}$; čia $F$ – jėga, $S$ – jos statmenai veikiamas plotas.

Skysčio stulpelio slėgis (skysčio slėgis į indo dugną) priklauso nuo skysčio stulpelio aukščio ir jo tankio, bet nepriklauso nuo indo dugno ploto:

$p = \varrho g h$;

čia $\varrho$ – skysčio tankis, $g$ – laisvojo kritimo pagreitis, $h$ – skysčio stulpelio aukštis.

### Paskalio dėsnis

Skysčiai ir dujos perduoda išorinį slėgį visomis kryptimis vienodai.

### Archimedo dėsnis

Skystyje (dujose) panardintą kūną veikia aukštyn nukreipta jėga (Archimedo jėga), lygi kūno išstumto skysčio (dujų) svoriui:

$F_A = \varrho_s g V$;

čia $\varrho_s$ – skysčio tankis, $g$ – laisvojo kritimo pagreitis, $V$ – išstumto skysčio tūris (lygus panardinto kūno tūriui; jei kūnas plūduriuoja skystyje – tai jame panirusios kūno dalies tūriui).

Skirtingų skysčių stulpelių aukštis susisiekiančiuosiuose induose yra atvirkščiai proporcingas tų skysčių tankiui:

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{\varrho_1}{\varrho_2};$$

čia $h_1$, $h_2$ – skysčių stulpelių atskirose indų šakose aukštis, $\varrho_1$, $\varrho_2$ – skysčių tankis.

Hidraulinio preso stūmoklius veikiančios jėgos yra tiesiogiai proporcingos stūmoklių plotams (skysčio pusiausvyros sąlyga):

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{S_1}{S_2};$$

čia $F_1$, $F_2$ – didįjį ir mažąjį preso stūmoklį veikiančios jėgos, $S_1$, $S_2$ – tų stūmoklių plotai.

## Kūnų padėtis skystyje

| | | | |
|---|---|---|---|
| Kūną veikianti sunkio jėga yra didesnė už Archimedo jėgą | $mg > F_A$ | $\rho_k > \rho_s$ | Kūnas skęsta |
| Kūną veikianti sunkio jėga lygi Archimedo jėgai | $mg = F_A$ | $\rho_k = \rho_s$ | Kūnas pasineria skystyje ir gali laikytis bet kuriame gylyje |
| Kūną veikianti sunkio jėga yra mažesnė už Archimedo jėgą | $mg < F_A$ | $\rho_k < \rho_s$ | Kūnas kyla į skysčio paviršių |

## Slėgis gamtoje ir technikoje

| | |
|---|---|
| Didžiausias vakuumas, pasiektas laboratorijoje | $1{,}3 \cdot 10^{-12}$ Pa |
| Slėgis Džomolungmos viršukalnėje | $3{,}3 \cdot 10^{4}$ Pa |
| Vidutinis slėgis Lietuvoje | $10^{5}$ Pa |
| Aerozolio slėgis flakone | apie $10^{6}$ Pa |
| Garų slėgis elektrinės turbinoje | $1{,}4 \cdot 10^{7}$ Pa |
| Slėgis Marianų lovio dugne (10 911 m gylyje) | $1{,}3 \cdot 10^{8}$ Pa |
| Slėgis Žemės branduolyje | $3{,}7 \cdot 10^{11}$ Pa |
| Didžiausias slėgis, pasiektas laboratorijoje | $8{,}3 \cdot 10^{12}$ Pa |
| Slėgis, sukeltas atominės bombos sprogimo | $5 \cdot 10^{13}$ Pa |
| Slėgis Saulės branduolyje | $3 \cdot 10^{16}$ Pa |

# Vidinės energijos kitimas

## Svarbiausios formulės

Šildamas (vėsdamas) kūnas išskiria (sugeria) šilumos kiekį

$Q = cm(t_2 - t_1)$;

čia $c$ – medžiagos, iš kurios padarytas kūnas, savitoji šiluma, $m$ – kūno masė, $t_2$ – galinė kūno temperatūra, $t_1$ – pradinė temperatūra.

Degdamas kuras išskiria šilumos kiekį

$Q = qm$;

čia $q$ – kuro savitoji degimo šiluma, $m$ – sudegusio kuro masė.

## Kai kurių kūnų temperatūra

| | |
|---|---|
| Absoliutusis nulis | –273,15 °C |
| Verdantis skystas oras | –192 °C |
| Lydomas gyvsidabris | –38,87 °C |
| Baltijos jūros vanduo (žiemą) | 1–4 °C |
| Baltijos jūros vanduo (vasarą) | 18–20 °C |
| Sveiko žmogaus kūnas | 36,7 °C |
| Orkaitė | 200 °C |
| Garai šiuolaikinėse galingose turbinose | 565–580 °C |
| Minkštėjantis stiklas | 700 °C |
| Lava, ištekanti iš Vezuvijaus ugnikalnio (Italija) kraterio | 1100–1200 °C |
| Halogeninės elektros lemputės kaitinamasis siūlas | 2900 °C |
| Lydomas volframas | 5700 °C |
| Saulės paviršius | 5510 °C |
| Karščiausių žvaigždžių paviršius | 70 000 °C |
| Atominės bombos sprogimas | $10^8$ °C |
| Supernovos (žvaigždės) sprogimas | iki $10^{10}$ °C |

## Kai kurių medžiagų savitoji šiluma

| Medžiaga | c, J/(kg · °C) | Medžiaga | c, J/(kg · °C) |
|---|---|---|---|
| *Kietieji kūnai* | | | |
| Akmuo | 840 | Ledas | 2100 |
| Alavas | 220 | Parafinas (20 °C) | 3200 |
| Aliuminis | 900 | Plienas | 460 |
| Auksas | 130 | Plyta (20 °C) | 750 |
| Ąžuolas | 2400 | Popierius (20 °C) | 1500 |
| Betonas (20 °C) | 880 | Pušis | 2700 |
| Cinkas | 400 | Sidabras | 250 |
| Geležis | 450 | Stiklas | 840 |
| Gyvsidabris | 140 | Švinas | 130 |
| Kamštis | 2000 | Varis | 380 |
| Ketus | 540 | Volframas | 150 |
| *Skysčiai (kai atmosferos slėgis normalus* | | | |
| Aliejus (saulėgrąžų) | 1800 | Glicerolis | 2400 |
| Benzinas | 1400 | Medus | 2430 |
| Etanolis (etilo alkoholis) | 2430 | Nafta | 1700–2100 |
| Eteris | 2300 | Pienas | 3900 |
| Gyvsidabris | 139 | Vanduo (20 °C) | 4200 |
| *Dujos, garai (kai atmosferos slėgis normalus)* | | | |
| Alkoholio garai | 1200 | Deguonis | 920 |
| Amoniakas | 2100 | Helis | 5192,6 |
| Anglies dioksidas | 843,8 | Oras | 1008 |
| Azotas | 1039,6 | Vandenilis | 14 303 |

## Kai kurių rūšių kuro savitoji degimo šiluma

| Kuras | q, × $10^6$ J/kg | Kuras | q, × $10^6$ J/kg |
|---|---|---|---|
| Akmens anglys | 27,6 | Mazutas | 41,4 |
| Benzinas | 43,6 | Medžio anglys | 34 |
| Dyzelinas | 42,7 | Nafta | 43 |
| Durpės | 14 | Parakas | 3,8 |
| Gamtinės dujos | 48,8 | Reaktyvinis kuras | 43 |
| Malkos (sausos) | 8,4–13 | Suskystintosios dujos | 46 |

# Agregatinių būsenų kitimas

## Svarbiausios formulės

### Lydymosi (kietėjimo) šiluma

$Q = \lambda m;$

čia $\lambda$ – medžiagos savitoji lydymosi (kietėjimo) šiluma, $m$ – medžiagos masė.

### Garavimo šiluma

$Q = Lm;$

čia $L$ – medžiagos savitoji garavimo šiluma, $m$ – medžiagos masė.

Agregatinio virsmo metu kūno temperatūra nekinta.

## Įvairių medžiagų lydymosi (kietėjimo) temperatūra

*(kai atmosferos slėgis normalus)*

| Medžiaga | $t_{lyd}$, °C | Medžiaga | $t_{lyd}$, °C |
|---|---|---|---|
| Alavas | 232 | Naftalinas | 80 |
| Aliuminis | 660 | Parafinas | 50–60 |
| Auksas | 1064 | Platina | 1772 |
| Cezis | 28,4 | Plienas | 1400 |
| Deimantas | 3500 | Sidabras | 960 |
| Geležis | 1539 | Sviestas | 28–33 |
| Gintaras | 350–375 | Švinas | 327 |
| Gyvsidabris | –38,87 | Varis | 1084 |
| Glicerinas | –18 | Vaškas | 61–64 |
| Ketus | 1150 | Volframas | 3420 |
| Ledas | 0 | Žalvaris | 1000 |

## Įvairių medžiagų savitoji lydymosi (kietėjimo) šiluma

| Medžiaga | $\lambda$, × $10^3$ J/kg | Medžiaga | $\lambda$, × $10^3$ J/kg |
|---|---|---|---|
| Alavas | 59 | Ketus | 100–140 |
| Aliuminis | 380 | Ledas | 330 |
| Cinkas | 110 | Parafinas | 150 |
| Deguonis | 14 | Platina | 113 |
| Geležis | 270 | Plienas | 84 |
| Gyvsidabris | 12 | Sidabras | 87 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Stearinas | 20 | Varis | 210 |
| Švinas | 25 | Vaškas | 176 |
| Vandenilis | 59 | Volframas | 184 |

## Įvairių medžiagų savitoji garavimo šiluma

| Medžiaga | $L$, × $10^3$ J/kg | Medžiaga | $L$, × $10^3$ J/kg |
|---|---|---|---|
| Acetonas | 520 | Gyvsidabris | 293 |
| Amoniakas | 1360 | Oras | 197 |
| Azotas (skystas) | 201 | Vandenilis | 450 |
| Benzinas | 230–310 | Vanduo (0 °C) | 2500 |
| Deguonis (skystas) | 214 | Vanduo (20 °C) | 2450 |
| Etanolis (etilo alkoholis) | 857 | Vanduo (100 °C) | 2260 |
| Eteris | 400 | Žibalas | 210 |

## Įvairių medžiagų virimo temperatūra

***(kai slėgis normalus)***

| Medžiaga | $t_{vir}$, °C | Medžiaga | $t_{vir}$, °C |
|---|---|---|---|
| Acetonas | 56,2 | Kalis | 774 |
| Alavas | 2270 | Nikelis | 2732 |
| Aliuminis | 2452 | Natris | 883 |
| Azotas | - 195,8 | Oras (skystas) | - 192 |
| Benzinas | 35–195 | Parafinas | 350–450 |
| Cinkas | 907 | Platina | 3827 |
| Deguonis | - 183 | Sidabras | 2212 |
| Etanolis (etilo alkoholis) | 78,4 | Švinas | 1740 |
| Eteris | 35 | Valgomoji druska | 1467 |
| Gyvsidabris | 357 | Vandenilis | - 253 |
| Glicerolis | 290 | Vanduo | 100 |
| Grafitas | 4200 | Volframas | 5660 |
| Helis | - 269 | Žibalas | 150–300 |

# Šiluminiai varikliai

## Svarbiausios formulės ir dėsniai

Šiluminio variklio naudingumo koeficientas: $\eta = \frac{A_n}{Q}$, $\eta = \frac{A_n}{Q} \cdot 100\ \%$; čia $A_n$ – naudingasis mechaninis darbas, $Q$ – vidinė kuro energija.

### Energijos tvermės dėsnis

Uždaroje sistemoje vykstant bet kokiems reiškiniams, bendras energijos kiekis nekinta. Energija savaime niekur neišnyksta ir iš niekur neatsiranda, tik vienos rūšies energija virsta kitos rūšies energija arba pereina iš vieno kūno į kitą, o jos bendras kiekis lieka pastovus.

# Elektros srovė

## Svarbiausi dydžiai ir dėsniai

Elektros srovės stipris $I = \frac{q}{t}$; čia $q$ – grandine pratekėjęs elektros krūvis, $t$ – jo tekėjimo trukmė.

Elektrinė įtampa $U = \frac{A}{q}$; čia $A$ – elektros srovės darbas, $q$ – elektros krūvis.

Elektrinė laidininko varža $R = \frac{\varrho l}{S}$; čia $\varrho$ – laidininko medžiagos savitoji elektrinė varža, $l$ – laidininko ilgis, $S$ – jo skerspjūvio plotas.

Elektros srovės darbas $A = IUt$; čia $I$ – srovės stipris, $U$ – įtampa, $t$ – srovės tekėjimo trukmė.

Elektros srovės galia $P = \frac{A}{t} = IU = I^2R = \frac{U^2}{R}$; čia $A$ – elektros srovės darbas, $t$ – srovės tekėjimo trukmė, $I$ – srovės stipris, $U$ – įtampa, $R$ – varža.

Elektrovara $E = \frac{A_{paš}}{q}$; čia $A_{paš}$ – pašalinių jėgų darbas, $q$ – elektros krūvis.

### Omo dėsnis grandinės daliai

Elektros srovės stipris grandinės dalyje yra tiesiogiai proporcingas tos dalies įtampai ir atvirkščiai proporcingas jos varžai:

$$I = \frac{U}{R};$$

čia $U$ – grandinės dalies įtampa, $R$ – jos varža.

### Džaulio ir Lenco dėsnis

Šilumos kiekis, išsiskiriantis laidininke, kai juo teka elektros srovė, yra proporcingas srovės stiprio kvadratui, laidininko varžai ir srovės tekėjimo trukmei:

$Q = I^2Rt$, arba $Q = \frac{U^2}{R}t$;

čia $I$ – srovės stipris, $R$ – laidininko varža, $U$ – įtampa, $t$ – srovės tekėjimo trukmė.

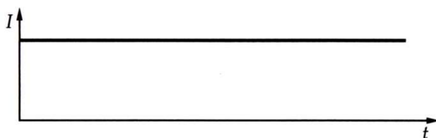
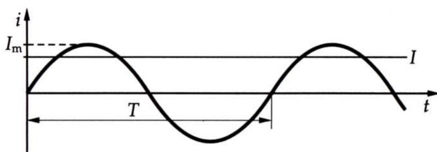
### Elektrolizės dėsnis

Elektrolizės metu ant elektrodo išsiskyrusios medžiagos masė yra tiesiogiai proporcinga elektros srovės stipriui ir jos tekėjimo trukmei ir priklauso nuo medžiagos rūšies:

$m = kIt$, arba $m = kq$;

čia $k$ – medžiagos elektrocheminis ekvivalentas, $I$ – srovės stipris, $t$ – jos tekėjimo trukmė, $q$ – pratekėjęs elektros krūvis.

## Nuolatinė ir kintamoji elektros srovė

| Elektros srovė | Grafikas |
|---|---|
| Nuolatinė srovė |   $I = \text{const}$ |
| Kintamoji srovė |   $i(t) = I_m \sin(2\pi\nu t)$; čia $I_m$ – srovės stiprio amplitudė, $\nu$ – srovės dažnis, $t$ – jos tekėjimo trukmė.<br>Efektinė srovės stiprio vertė $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$.<br>Efektinė įtampos vertė $U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$. |

| Kai kuriais prietaisais tekančios elektros srovės stipris | |
|---|---|
| Elektroninis mikroskopas | $10^{-5}$ A |
| Televizoriaus kineskopas | $1{,}2 \cdot 10^{-4}$ A |
| Kišeninis radijo imtuvas | 0,1 A |
| Kišeninis žibintuvėlis | 0,3 A |
| Kaitinamoji elektros lemputė (100 W) | 0,45 A |
| Televizorius | 1 A |
| Dulkių siurblys (buitinis) | 1,9–2,4 A |
| Elektrinė laidynė | 2–5 A |
| Skalbimo mašina | 3 A |
| Elektrinė viryklė | 3–4 A |
| Troleibuso variklis | 150–250 A |
| Elektrovežio variklis | 350 A |
| Suvirinimo aparatas | 10 000 A |
| Elektros generatorius | 20 000 A |
| Žaibas | 10 000–30 000 A |

| Kai kurios įtampos | |
|---|---|
| Elektroencelografijos signalas | iki $5 \cdot 10^{-5}$ V |
| Elektrokardiografijos signalas | iki 0,005 V |
| Nikelio ir kadmio akumuliatorius | 1,0–1,3 V |
| Galvaninis elementas | 1,5 V |
| Švino akumuliatorius | 1,95–2,15 V |
| Kišeninio žibintuvėlio baterija | 4,5 V |
| Butuose naudojama įtampa | 220 V |
| Troleibuso variklis | 550 V |
| Elektrovežio variklis | 1500 V |
| Televizoriaus kineskopas | 16 000 V |
| Lietuvos elektros perdavimo linijų žiedas | $1{,}1 \cdot 10^{5}$ V |
| Įtampa tarp Žemės ir audros debesies | iki $10^{8}$ V |

## Elektros srovė įvairiose terpėse

| Terpė | Pagrindiniai krūvininkai | Laidumo priklausomybė nuo temperatūros |
|---|---|---|
| Superlaidininkai | Elektronų poros | Nepriklauso nuo temperatūros |
| Metalai | Elektronai | Kylant temperatūrai mažėja |
| Skysčiai (elektrolitų tirpalai) | Teigiamieji ir neigiamieji jonai | |
| Dujos | Teigiamieji bei neigiamieji jonai ir elektronai | Kylant temperatūrai didėja |
| Vakuumas | Elektronai | |
| Puslaidininkiai | Elektronai ir skylės | |

## Kai kurių medžiagų savitoji elektrinė varža

***(kai temperatūra lygi 20 °C)***

| Medžiaga | $\rho, \times 10^{-8}\,\Omega \cdot m$ | $\rho, \Omega \cdot mm^2/m$ | Medžiaga | $\rho, \times 10^{-8}\,\Omega \cdot m$ | $\rho, \Omega \cdot mm^2/m$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Aliuminis | 2,8 | 0,028 | Platina | 10 | 0,1 |
| Auksas | 2,4 | 0,024 | Plienas | 15 | 0,15 |
| Ebonitas | $10^{22}$ | $10^{20}$ | Porcelianas | $10^{21}$ | $10^{19}$ |
| Geležis | 9,7 | 0,097 | Sidabras | 1,6 | 0,016 |
| Grafitas | 1300 | 13 | Švinas | 21 | 0,21 |
| Konstantanas | 50 | 0,5 | Varis | 1,72 | 0,017 |
| Nichromas | 110 | 1,1 | Volframas | 5,5 | 0,055 |
| Nikelinas | 42 | 0,42 | Žalvaris | 7–8 | 0,07–0,08 |

## Kai kurių medžiagų elektrocheminiai ekvivalentai

| Medžiaga | $k, \times 10^{-6}$ kg/C | Medžiaga | $k, \times 10^{-6}$ kg/C |
|---|---|---|---|
| Aliuminis | 0,093 | Kalis | 0,405 |
| Auksas | 0,680 | Nikelis | 0,304 |
| Chloras | 0,367 | Sidabras | 1,118 |
| Chromas | 0,180 | Švinas | 1,074 |
| Cinkas | 0,340 | Vandenilis | 0,0104 |
| Deguonis | 0,0829 | Varis | 0,329 |

## Laidininkų jungimo būdai

| Fizikinis dydis | Laidininkų jungimas | |
|---|---|---|
| | nuoseklusis | lygiagretusis |
| Elektros srovės stipris $I$ | $I = I_1 = I_2 = I_3 = ...$ | $I = I_1 + I_2 + I_3 + ...$ |
| Elektrinė įtampa $U$ | $U = U_1 + U_2 + U_3 + ...$ | $U = U_1 = U_2 = U_3 = ...$ |
| Elektrinė varža $R$ | $R = R_1 + R_2 + R_3 + ...$ | $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{R_3} = ...$ |

## Kai kurių elektrinių prietaisų vartojamos srovės galia

| | |
|---|---|
| Kišeninis skaičiuoklis | $4 \cdot 10^{-4}$ W |
| Kišeninis žibintuvėlis | 1 W |
| Dviračio generatorius | 2,4 W |
| Elektrinis skambutis | 15 W |
| Televizorius | 60 W |
| Šaldytuvas (buitinis) | 150 W |
| Apšvietimo lempa | 15–300 W |
| Skalbimo mašina | 600 W |
| Mikrobangų krosnelė | 800–900 W |
| Elektrinis dulkių siurblys (buitinis) | 1800 W |
| Elektrinė laidynė | 2000 W |
| Elektrinė viryklė | 8000–9500 W |
| Elektrinis arbatinis | 1200–2000 W |
| Žaibas | $10^{13}$ W |

# Elektromagnetiniai reiškiniai

## Svarbiausi dydžiai ir dėsniai

Transformacijos koeficientas $k = \frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$; čia $U_1$, $U_2$ – pirminės ir antrinės apvijos gnybtų įtampa, $n_1$, $n_2$ – šių apvijų vijų skaičius.

Kai $k < 1$, transformatorius yra žeminamasis, kai $k > 1$ – aukštinamasis.

Kondensatoriaus talpa $C = \frac{q}{U}$; čia $q$ – elektros krūvis, $U$ – kondensatoriaus plokštelių įtampa.

Kontūre vykstančių laisvųjų elektromagnetinių virpesių periodas $T = 2\pi\sqrt{LC}$; čia $L$ – kontūro (ritės) induktyvumas, $C$ – kontūro (kondensatoriaus) talpa.

### Elektromagnetinės indukcijos dėsnis

Uždarame laidininke indukuota elektrovara yra tiesiogiai proporcinga magnetinio srauto kitimo greičiui:

$$E = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t};$$

čia $\Delta\Phi$ – magnetinio srauto pokytis, $\Delta t$ – šio srauto kitimo trukmė.

Saviindukcijos elektrovara

$$E = -L\frac{\Delta I}{\Delta t};$$

čia $L$ – laidininko induktyvumas, $\Delta I$ – laidininke indukuotos elektros srovės pokytis, $\Delta t$ – srovės kitimo trukmė.

### Dešiniosios rankos taisyklė

Jei laidininką, kuriuo teka elektros srovė, apimsime dešine ranka taip, kad ištiestas nykštys rodytų srovės kryptį, tai kiti keturi pirštai rodys magnetinių linijų kryptį.

### Sraigto taisyklė

Jei sukamas sraigtas slenka srovės tekėjimo kryptimi, tai jo sukimosi kryptis rodo magnetinio lauko jėgų linijų kryptį.

### Kairiosios rankos taisyklė

Jei kairė ranka laikoma taip, kad magnetinio lauko jėgų linijos sueina į jos delną, o keturi ištiesti pirštai rodo elektros srovės kryptį, tai $90^\circ$ kampu ištiestas nykštys rodo laidininką veikiančios jėgos kryptį.

### Lenco dėsnis

Uždarame kontūre indukuota elektros srovė visada teka tokia kryptimi, kad jos sukurtas magnetinis laukas priešinasi priežasčiai, sukėlusiai šią srovę.

Kitaip tariant, jeigu magnetinis laukas, kuriame yra uždaras laidininkas, stiprėja, indukuotoji srovė sužadina priešingos krypties magnetinį lauką, jei silpnėja – tos pačios krypties lauką.

### Dešiniosios rankos taisyklė (Flemingo taisyklė)

Jei dešinės rankos delną laikysime taip, kad magnetinės linijos eitų į delną, o $90^\circ$ kampu ištiestas nykštys rodytų laidininko judėjimo kryptį, tai kiti keturi pirštai rodys laidininke indukuotos elektros srovės kryptį.

# Geometrinė optika

## Svarbiausi dydžiai ir dėsniai

Paviršiaus apšvieta $E = \frac{\Phi}{S}$; čia $\Phi$ – šviesos srautas, krintantis į paviršių, $S$ – to paviršiaus plotas.

Kai šviesa į paviršių krinta statmenai, jo apšvieta $E = \frac{I}{R^2}$; čia $I$ – krintančios šviesos stipris, $R$ – atstumas nuo šviesos šaltinio (spinduolio) iki paviršiaus.

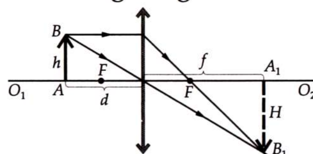
Absoliutusis medžiagos (terpės) lūžio rodiklis $n = \frac{c}{v}$; čia $c$ – šviesos greitis tuštumoje, $v$ – jos greitis medžiagoje (terpėje).

Santykinis lūžio rodiklis $n_{21}$ yra antrosios terpės lūžio rodiklis pirmosios terpės atžvilgiu:

$$n_{21} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1};$$

čia $n_1$ ir $n_2$ – pirmosios ir antrosios terpės absoliutusis lūžio rodiklis, $v_1$ ir $v_2$ – šviesos sklidimo greitis pirmojoje ir antrojoje terpėje, $\lambda_1$ ir $\lambda_2$ – pirmąja ir antrąja terpe sklindančios šviesos bangos ilgis.

Lęšio laužiamoji geba $D = \frac{1}{F}$; čia $F$ – lęšio židinio nuotolis, t. y. atstumas nuo lęšio iki jo pagrindinio židinio.



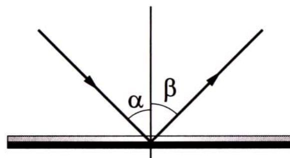

Lęšio tiesinis didinimas $\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{H}{h}$;

čia $f$ – atstumas nuo lęšio iki daikto atvaizdo, $d$ – atstumas nuo lęšio iki daikto, $H$ – atvaizdo aukštis, $h$ – daikto aukštis.

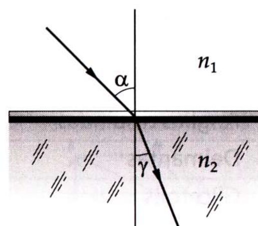
Plonojo lęšio formulė: $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$; čia $F$ – lęšio židinio nuotolis, $d$ – daikto nuotolis iki lęšio, $f$ – atvaizdo nuotolis iki lęšio.

### Šviesos atspindžio dėsnis

- Krintantysis spindulys, atsispindėjęs spindulys ir per kritimo tašką nubrėžtas statmuo veidrodžio paviršiui yra vienoje plokštumoje;
- atspindžio kampas $\beta$ lygus kritimo kampui $\alpha$ : $\beta = \alpha$.



### Šviesos lūžio dėsnis




- Krintantysis spindulys, lūžęs spindulys ir per kritimo tašką nubrėžtas statmuo dvi terpes skiriančiam paviršiui, yra vienoje plokštumoje;
- kritimo kampo $\alpha$ sinuso ir lūžio kampo $\gamma$ sinuso santykis dviem terpėms yra pastovus dydis:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n_{21} = \text{const.}$$

## Apšvieta įvairiais atvejais

| | |
|---|---|
| Dangus žvaigždėtą naktį | 0,0003 lx |
| Naktį per Mėnulio pilnatį | 0,25 lx |
| Apšvieta, reikalinga skaityti | 30–50 lx |
| Dieną patalpoje arti lango | 100 lx |
| Stalo apšvieta dirbant precizinį darbą | 100–200 lx |
| Ūkanotą dieną lauke | 300 lx |
| Skaisčią saulėtą dieną patalpoje | 1000 lx |
| Skaisčią saulėtą dieną lauke | 100 000 lx |

## Kai kurių šaltinių šviesos stipris

| Šviesos šaltinis | Šviesos stipris, cd | Šviesos šaltinis | Šviesos stipris, cd |
|---|---|---|---|
| Jonvabalis | apie 0,01 | Kaitinamoji lemputė (150 W) | 180 |
| Žvakė, degtuko liepsna | apie 1 | Kaitinamoji lemputė (300 W) | 390 |
| Kišeninio žibintuvėlio lemputė | 0,5–3,0 | Gatvės žibintas | 500–7000 |
| Kaitinamoji lemputė (25 W) | 18 | Automobilio žibintas | $(5–12) \cdot 10^3$ |
| Kaitinamoji lemputė (40 W) | 34 | Elektros lankas | $10^3–10^5$ |
| Kaitinamoji lemputė (60 W) | 58 | Jūros švyturys | $10^5–10^7$ |
| Kaitinamoji lemputė (100 W) | 110 | Saulė | $3 \cdot 10^{27}$ |

## Šviesos greitis įvairiose terpėse

| Terpė | Šviesos greitis, m/s | Terpė | Šviesos greitis, m/s |
|---|---|---|---|
| Anglies disulfidas | $1{,}84 \cdot 10^8$ | Oras | $3 \cdot 10^8$ |
| Deimantas | $1{,}25 \cdot 10^8$ | Stiklas | $(0{,}6–2) \cdot 10^8$ |
| Glicerolis | $2{,}04 \cdot 10^8$ | Tuštuma (vakuumas) | $3 \cdot 10^8$ |
| Ledas | $2{,}29 \cdot 10^8$ | Vanduo | $2{,}25 \cdot 10^8$ |

## Kai kurių medžiagų lūžio rodiklis

*(kai bangos ilgis 589 nm)*

| Medžiaga | *n* | Medžiaga | *n* |
|---|---|---|---|
| Azotas | 1,000298 | Kronas | 1,5–1,52 |
| Benzinas | 1,38–1,41 | Kvarcas | 1,54 |
| Cukrus | 1,56 | Ledas (0 °C) | 1,3097 |
| Deguonis | 1,000271 | Oras (20 °C) | 1,000272 |
| Deimantas | 2,417 | Rubinas | 1,76 |
| Etanolis (etilo alkoholis) | 1,35941 | Smaragdas | 1,56–1,60 |
| Flintas (didelio lūžio rodiklio optinis stiklas) | 1,60–1,64 | Stiklas (kvarco) | 1,4584 |
| Gintaras | 1,55 | Vandenilis (0 °C) | 1,000139 |
| Glicerolis | 1,4735 | Vandens garai | 1,00026 |
| Kedrų aliejus | 1,52 | Vanduo | 1,33288 |

## Kai kurių medžiagų ribinis visiškojo atspindžio kampas

| Medžiaga | Ribinis visiškojo atspindžio kampas | Medžiaga | Ribinis visiškojo atspindžio kampas |
|---|---|---|---|
| Benzenas | 42° | Eteris | 47° |
| Benzinas | 45° | Glicerolis | 43° |
| Deimantas | 24° | Stiklas | 30–42° |
| Etanolis (etilo alkoholis) | 47° | Vanduo | 49° |

## Lęšiais gaunami atvaizdai

| Lęšis | Daikto padėtis | Atvaizdo padėtis | Atvaizdo apibūdinimas | Brėžinys |
|---|---|---|---|---|
| Glaudžiamasis | $d > 2F$ | $F < f < 2F$ | Tikrasis, apverstas, sumažintas | |
| | $d = 2F$ | $f = 2F$ | Tikrasis, apverstas, tokio pat dydžio kaip daiktas | |
| | $F < d < 2F$ | $f > 2F$ | Tikrasis, apverstas, padidintas | |
| | $d = F$ | | Atvaizdas nesusidaro | |
| | $d < F$ | $0 < f < \infty$ | Menamasis, neapverstas, padidintas | |
| Skaidomasis | $0 < d < \infty$ | $f < d$ | Menamasis, neapverstas, sumažintas | |

# Banginė optika

## Svarbiausios formulės

Bangų interferencijos maksimumo sąlyga:

$\Delta d = k\lambda;$

čia $\Delta d$ – bangų eigos skirtumas, $k$ – maksimumo eilė ($k = 0, 1, 2, 3, \ldots$), $\lambda$ – bangų ilgis.

Bangų interferencijos minimumo sąlyga:

$\Delta d = (2k + 1)\,\dfrac{\lambda}{2};$

čia $\Delta d$ – bangų eigos skirtumas, $k$ – minimumo eilė ($k = 0, 1, 2, 3, \ldots$), $\lambda$ – bangų ilgis.

Bangų difrakcija, difrakcijos gardelė:

$$\lambda = \frac{d}{k} \sin \varphi;$$

čia $\lambda$ – bangos ilgis, $d$ – difrakcijos gardelės periodas, $k$ – difrakcinio spektro eilė, $\varphi$ – kampas, kuriuo matomas $k$-tosios eilės spektras.

## Bangų rūšys

| Bangų rūšis | | Bangos ilgis $\lambda$ | Bangos dažnis $\nu$, Hz | Taikymo sritis |
|---|---|---|---|---|
| Žemojo dažnio bangos | | > 30 km | $< 10^4$ | Ryšiai, navigacija, televizija, radijo transliavimas, duomenų perdavimas, radiolokacija ir kt. |
| Radijo bangos | ilgosios | 1–30 km | $10^3$–$3 \cdot 10^5$ | |
| | vidutinės | 100–1000 m | $3 \cdot 10^5$–$3 \cdot 10^6$ | |
| | trumposios | 10–100 m | $3 \cdot 10^6$–$3 \cdot 10^7$ | |
| | ultratrumposios | 0,3–10 m | $3 \cdot 10^7$–$10^9$ | |
| Mikrobangos | | 1 mm–30 cm | $10^9$–$3 \cdot 10^{11}$ | Medicina, maisto ruošimas, telefono ir palydovinis ryšys |
| Infraraudonoji spinduliuotė | | 760 nm–1 mm | $3 \cdot 10^{11}$–$3{,}95 \cdot 10^{14}$ | Medicina, elektronika, naktinis matymas, karyba, optinis ryšys |
| Regimoji šviesa | | 380–760 nm | $3{,}95 \cdot 10^{14}$–$7{,}7 \cdot 10^{14}$ | Regėjimas, optinis ryšys, šviesos ir spalvų terapija |
| Ultravioletinė spinduliuotė | | 0,3–300 nm | $10^{15}$–$10^{16}$ | Sterilizavimas, fizioterapija, specialieji efektai |
| Rentgeno spinduliuotė | | $3 \cdot 10^{-12}$–$3 \cdot 10^{-8}$ m | $10^{16}$–$10^{20}$ | Medicina (diagnostika), technika (detalių defektų aptikimas), astrofizika |
| Gama spinduliuotė | | $3 \cdot 10^{-12}$–$3 \cdot 10^{-10}$ | $10^{20}$–$10^{22}$ | Medicina, astrofizika |

**Pastaba.** Ryškios ribos tarp gretimų sričių nėra.

## Regimosios šviesos spalva ir ją atitinkantis bangos ilgis bei dažnis

| Šviesos spalva | Bangos ilgis, nm | Dažnis, THz |
|---|---|---|
| Violetinė | 380–415 | 723–789 |
| Mėlyna | 415–440 | 682–723 |
| Žydra | 440–505 | 594–682 |
| Žalia | 505–550 | 545–594 |
| Geltona | 550–610 | 492–545 |
| Oranžinė | 610–650 | 462–492 |
| Raudona | 650–760 | 395–462 |

# Atomo ir branduolio fizika

## Svarbiausi dydžiai ir dėsniai

Fotono (šviesos kvanto) energija

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda};$$

čia $h$ – Planko konstanta, $\nu$ – šviesos bangos dažnis, $c$ – šviesos greitis tuštumoje, $\lambda$ – šviesos bangos ilgis.

Cheminio elemento ${}_{Z}^{A}X$ masės skaičius

$$A = Z + N;$$

čia X – cheminio elemento simbolis, $Z$ – elemento atominis skaičius, arba elemento eilės numeris, arba branduolio protonų skaičius, arba neutralaus atomo elektronų, skriejančių aplink branduolį, skaičius, $N$ – neutronų skaičius atomo branduolyje, $A$ – masės skaičius, rodantis, kiek nukleonų (protonų ir neutronų) yra branduolyje.

### Einšteino fotoefekto lygtis

$$h\nu = A_{\text{iš}} + \frac{mv^2}{2};$$

čia $h$ – Planko konstanta, $\nu$ – šviesos bangos dažnis, $A_{\text{iš}}$ – elektrono išlaisvinimo iš medžiagos darbas, $m$ – elektrono masė, $v$ – elektrono, išlėkusio iš medžiagos, greitis.

### Einšteino masės ir energijos sąryšis

$$E = mc^2;$$

čia $m$ – elektrono masė, $c$ – šviesos greitis tuštumoje.

# PERIODINĖ ELE

ATOMINĖ MASĖ — 35,453
OKSIDACIJOS LAIPSNIS — −1 +1 +3 +5 +7
CHEMINIS SIMBOLIS — Cl
PAVADINIMAS — CHLORAS
ATOMINIS SKAIČIUS — 17

PEREINAMIEJI ELEM

| PERIODAI | GRUPĖS IA 1 | IIA 2 | IIIB 3 | IVB 4 | VB 5 | VIB 6 | VIIB 7 | 8 | VIIIB 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1,00794<br>**H** +1 −1<br>VANDENILIS<br>1 | | | | | | | | |
| 2 | 6,941<br>**Li** +1<br>LITIS<br>3 | 9,01218<br>**Be** +2<br>BERILIS<br>4 | | | | | | | |
| 3 | 22,98977<br>**Na** +1<br>NATRIS<br>11 | 24,305<br>**Mg** +2<br>MAGNIS<br>12 | | | | | | | |
| 4 | 39,0983<br>**K** +1<br>KALIS<br>19 | 40,08<br>**Ca** +2<br>KALCIS<br>20 | 44,9559<br>**Sc** +3<br>SKANDIS<br>21 | 47,88<br>**Ti** +2 +3 +4<br>TITANAS<br>22 | 50,9415<br>**V** +2 +3 +4 +5<br>VANADIS<br>23 | 51,996<br>**Cr** +2 +3 +6<br>CHROMAS<br>24 | 54,9380<br>**Mn** +2 +3 +4 +7<br>MANGANAS<br>25 | 55,847<br>**Fe** +2 +3<br>GELEŽIS<br>26 | 58,9332<br>**Co** +2 +3<br>KOBALTAS<br>27 |
| 5 | 85,4678<br>**Rb** +1<br>RUBIDIS<br>37 | 87,62<br>**Sr** +2<br>STRONCIS<br>38 | 88,9059<br>**Y** +3<br>ITRIS<br>39 | 91,224<br>**Zr** +4<br>CIRKONIS<br>40 | 92,9064<br>**Nb** +3 +5<br>NIOBIS<br>41 | 95,94<br>**Mo** +3 +6<br>MOLIBDENAS<br>42 | 98<br>**Tc** +4 +6 +7<br>TECHNECIS<br>43 | 101,07<br>**Ru** +3<br>RUTENIS<br>44 | 102,906<br>**Rh** +3<br>RODIS<br>45 |
| 6 | 132,905<br>**Cs** +1<br>CEZIS<br>55 | 137,33<br>**Ba** +2<br>BARIS<br>56 | **La–Lu**<br>57–71 | 178,49<br>**Hf** +4<br>HAFNIS<br>72 | 180,948<br>**Ta** +5<br>TANTALAS<br>73 | 183,85<br>**W** +6<br>VOLFRAMAS<br>74 | 186,207<br>**Re** +4 +6 +7<br>RENIS<br>75 | 190,2<br>**Os** +3 +4<br>OSMIS<br>76 | 192,22<br>**Ir** +3 +4<br>IRIDIS<br>77 |
| 7 | (223)<br>**Fr** +1<br>FRANCIS<br>87 | 226,025<br>**Ra** +2<br>RADIS<br>88 | **Ac–Lr**<br>89–103 | (261)<br>**Rf**<br>REZERFORDIS<br>104 | (262)<br>**Db**<br>DUBNIS<br>105 | (266)<br>**Sg**<br>SIBORGIS<br>106 | (264)<br>**Bh**<br>BORIS<br>107 | (277)<br>**Hs**<br>HASIS<br>108 | (268)<br>**Mt**<br>MEITNERIS<br>109 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| LANTANOIDAI | 138,906<br>**La** +3<br>LANTANAS<br>57 | 140,12<br>**Ce** +3 +4<br>CERIS<br>58 | 140,908<br>**Pr** +3<br>PRAZEODIMIS<br>59 | 144,24<br>**Nd** +3<br>NEODIMIS<br>60 | (145)<br>**Pm** +3<br>PROMETIS<br>61 | 150,36<br>**Sm** +2 +3<br>SAMARIS<br>62 |
| AKTINOIDAI | 227,028<br>**Ac** +3<br>AKTINIS<br>89 | 232,038<br>**Th** +4<br>TORIS<br>90 | 231,036<br>**Pa** +4 +5<br>PROTAKTINIS<br>91 | 238,029<br>**U** +3 +4 +5 +6<br>URANAS<br>92 | (237)<br>**Np** +3 +4 +5 +6<br>NEPTŪNIS<br>93 | (244)<br>**Pu** +3 +4 +5 +6<br>PLUTONIS<br>94 |

# MENTŲ LENTELĖ

E N T A I

GRUPĖS

| IB 10 | IB 11 | IIB 12 | IIIA 13 | IVA 14 | VA 15 | VIA 16 | VIIA 17 | VIIIA 18 | PERIODAI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | 4,00260<br>He 0<br>HELIS<br>2 | 1 |
| | | | 10,81<br>B +3<br>BORAS<br>5 | 12,0111<br>C −4 +2 +4<br>ANGLIS<br>6 | 14,0067<br>N −3 −2 −1 +1 +2 +3 +4 +5<br>AZOTAS<br>7 | 15,9994<br>O −2<br>DEGUONIS<br>8 | 18,998403<br>F −1<br>FLUORAS<br>9 | 20,179<br>Ne 0<br>NEONAS<br>10 | 2 |
| | | | 26,98154<br>Al +3<br>ALIUMINIS<br>13 | 28,0855<br>Si −4 +2 +4<br>SILICIS<br>14 | 30,97376<br>P −3 +3 +5<br>FOSFORAS<br>15 | 32,06<br>S −2 +4 +6<br>SIERA<br>16 | 35,453<br>Cl −1 +1 +3 +5 +7<br>CHLORAS<br>17 | 39,948<br>Ar 0<br>ARGONAS<br>18 | 3 |
| 58,69<br>Ni +2 +3<br>NIKELIS<br>28 | 63,546<br>Cu +1 +2<br>VARIS<br>29 | 65,39<br>Zn +2<br>CINKAS<br>30 | 69,72<br>Ga +3<br>GALIS<br>31 | 72,59<br>Ge +2 +4<br>GERMANIS<br>32 | 74,9216<br>As −3 +3 +5<br>ARSENAS<br>33 | 78,96<br>Se +4 +6<br>SELENAS<br>34 | 79,904<br>Br −1 +1 +5<br>BROMAS<br>35 | 83,80<br>Kr 0 +2<br>KRIPTONAS<br>36 | 4 |
| 106,42<br>Pd +2 +4<br>PALADIS<br>46 | 107,868<br>Ag +1<br>SIDABRAS<br>47 | 112,41<br>Cd +2<br>KADMIS<br>48 | 114,82<br>In +3<br>INDIS<br>49 | 118,71<br>Sn +2 +4<br>ALAVAS<br>50 | 121,75<br>Sb −3 +3 +5<br>STIBIS<br>51 | 127,60<br>Te −2 +4 +6<br>TELŪRAS<br>52 | 126,905<br>I −1 +1 +5 +7<br>JODAS<br>53 | 131,29<br>Xe 0 +2 +4 +6<br>KSENONAS<br>54 | 5 |
| 195,08<br>Pt +2 +4<br>PLATINA<br>78 | 196,967<br>Au +1 +3<br>AUKSAS<br>79 | 200,59<br>Hg +1 +2<br>GYVSIDABRIS<br>80 | 204,383<br>Tl +1 +3<br>TALIS<br>81 | 207,2<br>Pb +2 +4<br>ŠVINAS<br>82 | 208,980<br>Bi +3 +5<br>BISMUTAS<br>83 | (209)<br>Po +2 +4<br>POLONIS<br>84 | (210)<br>At<br>ASTATAS<br>85 | (222)<br>Rn 0<br>RADONAS<br>86 | 6 |
| (281)<br>Ds<br>DARMŠTATIS<br>110 | (272)<br>Rg<br>RENTGENIS<br>111 | (285)<br>112 | | (289)<br>114 | | | | | 7 |

MASĖS SKLIAUSTELIUOSE – BENDRA PATVARIŲ IZOTOPŲ MASĖ

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 151,96<br>Eu +2 +3<br>EUROPIS<br>63 | 157,25<br>Gd +3<br>GADOLINIS<br>64 | 158,925<br>Tb +3<br>TERBIS<br>65 | 162,50<br>Dy +3<br>DISPROZIS<br>66 | 164,930<br>Ho +3<br>HOLMIS<br>67 | 167,26<br>Er +3<br>ERBIS<br>68 | 168,934<br>Tm +3<br>TULIS<br>69 | 173,04<br>Yb +2 +3<br>ITERBIS<br>70 | 174,967<br>Lu +3<br>LIUTECIS<br>71 |
| (243)<br>Am +3 +4 +5 +6<br>AMERICIS<br>95 | (247)<br>Cm +3<br>KIURIS<br>96 | (247)<br>Bk +3 +4<br>BERKLIS<br>97 | (251)<br>Cf +3<br>KALIFORNIS<br>98 | (252)<br>Es<br>EINŠTEINIS<br>99 | (257)<br>Fm<br>FERMIS<br>100 | (258)<br>Md<br>MENDELEVIS<br>101 | (259)<br>No<br>NOBELIS<br>102 | (262)<br>Lr<br>LORENSIS<br>103 |

## Elektrono išlaisvinimo iš įvairių medžiagų darbas

| Medžiaga | Fotoefekto raudonoji riba, nm | $A_{iš}$, J | Medžiaga | Fotoefekto raudonoji riba, nm | $A_{iš}$, J |
|---|---|---|---|---|---|
| Baris | 484 | $4{,}11 \cdot 10^{-19}$ | Natris | 530 | $3{,}75 \cdot 10^{-19}$ |
| Cezis | 620 | $3{,}04 \cdot 10^{-19}$ | Nikelis | 257 | $7{,}74 \cdot 10^{-19}$ |
| Cinkas | 290 | $5{,}98 \cdot 10^{-19}$ | Platina | 234 | $8{,}48 \cdot 10^{-19}$ |
| Gyvsidabris | 260 | $7{,}65 \cdot 10^{-19}$ | Sidabras | 260 | $6{,}88 \cdot 10^{-19}$ |
| Kadmis | 305 | $6{,}53 \cdot 10^{-19}$ | Stibis | 310 | $6{,}42 \cdot 10^{-19}$ |
| Kalis | 550 | $3{,}52 \cdot 10^{-19}$ | Varis | 270 | $7{,}2 \cdot 10^{-19}$ |
| Litis | 500 | $3{,}84 \cdot 10^{-19}$ | Volframas | 272 | $7{,}2 \cdot 10^{-19}$ |

## Jonizuojančiosios spinduliuotės rūšys

| Spinduliuotės rūšis | Sudėtis | $E$, MeV | Skvarba ore | Apsauga |
|---|---|---|---|---|
| α spinduliuotė | Helio atomų branduoliai $^{4}_{2}He$ | 4–9 | Iki 10 cm | Popieriaus lapas, drabužiai |
| β spinduliuotė | Elektronai $^{0}_{-1}e$ | 0–5 | Keletas metrų | Aliuminio plokštelė, namų sienos |
| γ spinduliuotė | Trumpos elektromagnetinės bangos | 0–2 | Daug metrų | Storas švino sluoksnis, keleto metrų storio betono sluoksnis |

# Astronomija

## Kai kurios pasaulio astronomijos observatorijos ir jų teleskopai

| Astronomijos observatorija | Teleskopo pavadinimas | | Teleskopo skersmuo, m | Teleskopo pastatymo metai |
|---|---|---|---|---|
| Mauna Kėjos (*Mauna Kea*) (JAV) | „Keck 1“ | | 10,0 | 1992 |
| | „Keck 2“ | | 10,0 | 1996 |
| | Britanijos | | 3,8 | 1978 |
| | Kanados ir Prancūzijos | | 3,6 | 1979 |
| Pietų Afrikos | Didelis P. Afrikos SALT | | 11 | 2005 |
| Makdonaldo (*Mc Donald*) (JAV) | Hobby-Eberly | | 9,2 | 1999 |
| Japonijos nacionalinė (*Mauna Kea*) | Subaru | | 8,2 | 1999 |
| Džemini (*Gemini*) | Reflektorius | | 8,1 | 1999 |
| | Reflektorius | | 8,1 | 2002 |
| Europos pietinė (Čilė) | Submilimetrinių bangų radioteleskopas | | 15,0 | 1989 |
| | VLT-Antu | | 8,2 | 1998 |
| | VLT-Kueyen | | 8,2 | 1999 |
| | VLT-Yepun | | 8,2 | 2000 |
| Las Kampano (*Las Campanas*) (Čilė) | „Magellan 1“ | | 6,5 | 2000 |
| | „Magellan 2“ | | 6,5 | 2002 |
| Nižnij Archyzo (Rusija) | BTA | | 6,1 | 1975 |
| Maunt Palomaro (*Mount Palomar*) (JAV) | Heilio (Hale) | | 5,08 | 1949 |
| Maunt Hopkinso (*Mount Hopkins*) (JAV) | MMT | | 6,5 | 1999 |
| | Daugiaveidrodinis | | 4,5 | 1979 |
| La Palmos (Kanarų salos, Ispanija) | Heršelio (*Herschel*) | | 4,2 | 1987 |
| | Galilėjo (*Galilei*) | | 3,6 | 1996 |
| Kit Piko (*Kitt Peak*) (JAV) | Majalio (*Mayall*) | | 4,0 | 1973 |
| Saiding Springso (*Siding Springs*) (Australija) | Anglijos ir Australijos | | 3,9 | 1976 |
| Molėtų astronomijos | Reflektorius | | 1,65 | 1991 |
| | Reflektorius | | 0,63 | 1974 |
| | Maksutovo sistemos | meniskas | 0,35 | 1975 |
| | | veidrodis | 0,51 | |

## Saulės, Žemės ir Mėnulio duomenys

| Duomuo | Saulė | Žemė | Mėnulis |
|---|---|---|---|
| Spindulys (vidutinis) | 696 000 km ($109,16R_Ž$) | 6378,0 km ($1,0R_Ž$) | 1738,0 km ($0,27R_Ž$) |
| Masė | $1,989 \cdot 10^{30}$ kg ($332\,982M_Ž$) | $5,974 \cdot 10^{24}$ kg ($1,0M_Ž$) | $7,348 \cdot 10^{22}$ kg ($1/81M_Ž$) |
| Tankis (vidutinis) | 1409 kg/m$^3$ | 5520 kg/m$^3$ | 3347 kg/m$^3$ |
| Sukimosi apie ašį linijinis greitis | 2,025 km/s | 463,8 m/s | 4,626 m/s |
| Sukimosi apie savo ašį periodas | 25,4 paros | 23,93 h | 27,32 paros |
| Skriejimo orbita periodas | – | 365,26 paros | 27,32 paros (žvaigždinės) |
| Judėjimo orbita greitis | – | 29,78 km/s | 1,02 km/s |
| Vidutinis atstumas nuo Žemės | $1,496 \cdot 10^{11}$ m | – | $3,844 \cdot 10^{8}$ m |
| Laisvojo kritimo pagreitis prie dangaus kūno paviršiaus | 273,98 m/s$^2$ | 9,78 m/s$^2$ | 1,623 m/s$^2$ |
| Paviršiaus temperatūra (vidutinė) | 5780 °C | 14 °C | Nuo –170 °C iki +130 °C |
| Temperatūra dangaus kūno viduje | 14 mln. °C | 5700 °C | 1200 °C |
| Vidinė sandara | Branduolys, spinduliavimo sluoksnis, konvekcijos sluoksnis | Vidinis ir išorinis branduolys, mantija, pluta | Branduolys, mantija, pluta |
| Paviršiaus dariniai | Dėmės, chromosferiniai žybsniai, protuberantai, granulės ir t. t. | Vandenynai ir jūros (71 %), sausuma (miškai, pievos, dykumos, kalnai) | Lygumos, krateriai, apvalios kalvos, sprūdžiai, trūkiai |
| Atmosferos apibūdinimas | Fotosfera, chromosfera, vainikas | Troposfera, stratosfera, mezosfera, termosfera, egzosfera | Atmosferos nėra |
| Cheminė sudėtis | Vandenilis (apie 73 %), helis (25 %) | Geležis ir nikelis (branduolyje), azotas, deguonis, silicis, argonas, anglies dioksidas ir kt. | Geležis ir nikelis (branduolyje), magnio ir geležies silikatai, aliuminio ir kalcio silikatai |

## Saulės sistemos planetų duomenys

| | Planeta | Skersmuo, km | Masė, × $10^{24}$ kg | Vidutinis tankis kg/$m^3$ | Vidutinis nuotolis nuo Saulės, mln. km | Skriejimo aplink Saulę periodas, m. | Vidutinis orbitinis greitis, km/s | Laisvojo kritimo pagreitis, m/$s^2$ | Paviršiaus temperatūra, °C | Palydovai |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Žemės grupės planetos | Merkurijus | 4879 | 0,33 (0,055$M_{\check{Z}}$)[1] | 5430 | 57,9 | 0,241 (88 paros) | 47,86 | 3,72 | Nuo –180 iki +430 | 0 |
| | Venera | 12 104 | 4,87 (0,815$M_{\check{Z}}$) | 5245 | 108,2 | 0,615 (224,7 paros) | 35,02 | 8,87 | Nuo +450 iki +480 | 0 |
| | Žemė | 12 756 | 5,97 | 5520 | 149,6 | 1,000 (365,26 paros) | 29,78 | 9,78 | Nuo –70 iki +40 | 1 |
| | Marsas | 6794 | 0,64 (0,107$M_{\check{Z}}$) | 3930 | 227,9 | 1,881 | 24,08 | 3,71 | Nuo –90 iki +30 | 2 |
| Didžiosios planetos | Jupiteris | 142 984 | 1899,3 (317,9$M_{\check{Z}}$) | 1330 | 778,4 | 11,86 | 13,06 | 23,1 | Nuo –160 iki –100 | 63 |
| | Saturnas | 20 536 | 568,4 (95,15$M_{\check{Z}}$) | 690 | 1433,5 | 29,42 | 9,65 | 9,28 | Apie –190 | 56 |
| | Uranas | 51 118 | 86,98 (14,6$M_{\check{Z}}$) | 1274 | 2872,5 | 84,01 | 6,81 | 8,69 | Apie –215 | 27 |
| | Neptūnas | 49 528 | 102,4 (17,2$M_{\check{Z}}$) | 1640 | 4495,1 | 165,0 | 5,44 | 11,5 | Apie –225 | 13 |
| Nykštukinės planetos | Plutonas[2] | 2306 | 0,013 (0,002$M_{\check{Z}}$) | 1750 | 5906 | 248,1 | 4,67 | 0,58 | Apie –230 | 3 |
| | Cerera[3] | 933 | 0,00095 | 2080 | 414,4 | 4,60 | 17,89 | 0,27 | Apie –106 | – |
| | Eris[4] | 2400 | 0,017 (0,003$M_{\check{Z}}$) | 2100 | 10210 | 0,56 | 3,44 | 0,68 | Apie –243 | 1 |

[1] Skliaustuose nurodyta planetos masė, išreikšta Žemės mase $M_{\check{Z}}$.

[2] Iki 2006 m. buvo priskiriamas didžiųjų planetų grupei.

[3] Iki 2006 m. laikyta asteroidu Nr. 1.

[4] Atrastas 2003 m. spalio 21 d.

## Didžiausi planetų palydovai

| Planeta | Jos palydovai | Matmenys arba skersmuo, km | Vidutinis tankis, kg/m³ | Vidutinis nuotolis nuo planetos centro, × 10³ km | Skriejimo aplink planetą periodas, d. | Palydovo atradimo metai |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Žemė | Mėnulis | 3475 | 3347 | 384,40 | 27,322 | |
| Marsas | Fobas | 27×22×19 | 1900 | 9,378 | 0,319 | 1877 |
| | Deimas | 15×12,2×10,4 | 2200 | 23,459 | 1,2624 | 1877 |
| Jupiteris | Ganimedas | 5268 | 1940 | 1070,4 | 7,154 | 1610 |
| | Kalista | 4806 | 1850 | 1882,7 | 16,689 | 1610 |
| | Ijo | 3642 | 3570 | 421,6 | 1,769 | 1610 |
| | Europa | 3130 | 3010 | 670,9 | 3,551 | 1610 |
| Saturnas | Titanas | 5150 | 1880 | 1221,83 | 15,945 | 1655 |
| | Rėja | 1528 | 1330 | 527,04 | 4,518 | 1672 |
| | Japetas | 1436 | 1210 | 3561,3 | 79,33 | 1671 |
| Uranas | Titanija | 1578 | 1720 | 435,91 | 8,706 | 1787 |
| | Oberonas | 1523 | 1630 | 583,52 | 13,463 | 1787 |
| Neptūnas | Tritonas | 2706 | 2050 | 354,76 | 5,88 | 1846 |
| | Protėjas | 436×416×402 | | 117,65 | 1,12 | 1989 |
| | Nereidė | 340 | | 5513,4 | 360,14 | 1949 |
| Plutonas | Charonas | 1270 | 2000 | 19,640 | 6,387 | 1978 |
| | Niktė | 45 | | 48,675 | 24,856 | 2005 |
| | Hidra | 45–60 | | 64,780 | 38,206 | 2005 |

## Didžiausi asteroidai

| Asteroidas | Skersmuo, km | Vidutinis nuotolis nuo Saulės, av | Sukimosi aplink Saulę periodas, m. | Atradimo metai |
|---|---|---|---|---|
| Paladė | 533 | 2,77 | 4,61 | 1802 |
| Vesta | 527 | 2,36 | 3,63 | 1807 |
| Higiėja | 430 | 3,14 | 5,56 | 1849 |
| Davida | 326 | 3,17 | 5,64 | 1903 |
| Eunomija | 270 | 2,64 | 4,30 | 1851 |
| Junona | 270 | 2,67 | 4,36 | 1804 |

## Asteroidai lietuviškais vardais

| Asteroidas | Skersmuo, km | Vidutinis nuotolis nuo Saulės, × $10^6$ km | Sukimosi aplink Saulę periodas, m. | Atradimo metai |
|---|---|---|---|---|
| 2420 Čiurlionis | 10 | 383 | 4,10 | 1975 |
| 2577 Lietuva | 8 | 285 | 2,63 | 1975 |
| 3072 Vilnius | 6 | 335 | 3,35 | 1978 |
| 68730 Straižys | 2 | 408 | 4,51 | 2002 |
| 73059 Kaunas | 2 | 326 | 3,20 | 2002 |
| 95593 Ažusienis | 6 | 457 | 5,33 | 2002 |
| 124192 Molėtai | 3 | 323 | 3,17 | 2001 |

## Kai kurių kometų duomenys

| Kometa | Pirmą kartą pastebėta | Mažiausias nuotolis nuo Saulės, × $10^6$ km | Skriejimo orbita periodas | Pastabos |
|---|---|---|---|---|
| Halio | 240 m. pr. Kr. | 88 | 76 m. | Žymiausia periodinė kometa; branduolio matmenys 16 km × 8 km × 8 km. |
| Enkės | 1786 01 17 | 51 | 3,28 m. | Jos periodas yra pats trumpiausias; branduolio skersmuo 2,6 km. |
| Svifto ir Tatlio | 1862 07 16 | 143 | apie 135 m. | Atradus šią kometą, paaiškėjo ryšys tarp kometų ir meteoritų srautų. |
| Ikėjos ir Sekio | 1965 09 08 | 0,47 | 880 m. | Šviesiausia XX a. kometa, buvo gerai matoma dieną; suskilo į 3 dalis. |
| Vesto | 1975 11 05 | 29 | 500 000 m. | Ilgaperiodė kometa; joje vienoje pirmųjų aptiktas hidroksilas (OH); suskilo į 4 gabalus. |
| Černio ir Petrausko | 1980 07 31 | 77,8 | 2,03 m. | Branduolio skersmuo apie 2 km; turėjo anomalią uodegą, nukreiptą į Saulę. |
| Heilio ir Bopo | 1995 07 23 | 137 | 4200 m. ir 3400 m. | Labai šviesi; jos branduolys maždaug 35 km skersmens; turėjo dvi uodegas. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Hiakutakės | 1996 01 30 | 34,4 | 30 000 m. | Viena šviesiausių XX a. kometų; buvo matoma plika akimi; branduolio skersmuo apie 2 km; priartėjo prie Žemės 15 mln. km atstumu. |

## Didžiausi meteoritai

| Meteoritas | Jo rūšis | Masė, kg | Radimo vieta | Radimo metai |
|---|---|---|---|---|
| Hoba | Geležinis | 75 000 | Grutfonteinas (Namibija) | 1920 |
| Sichote Alinis | Geležinis | 70 000 | Primorės kraštas (Rusija) | 1947 |
| Mandrabila | Geležinis | 18 000 | Nalarboro lyguma (Vakarų Australija) | 1911 |
| Velnio kanjonas | Geležinis | 3000 | Arizona (JAV) | 1891 |
| Aljendė | Akmeninis | 2000 | Čihuahua (Meksika) | 1969 |
| Jilin | Akmeninis | 1770 | Kinija | 1976 |

## Ryškiausios žvaigždės

| Žvaigždė | Nuotolis iki jos, šm | Žvaigždė | Nuotolis iki jos, šm |
|---|---|---|---|
| Achernaras | 140 | Prokionas | 11 |
| Altayras | 17 | Rygelis | 770 |
| Arktūras | 37 | Sirijus | 8,6 |
| Betelgeizė | 430 | Tikutis | 42 |
| Hadaras | 520 | Tolimanas | 4,4 |
| Kanopas | 313 | Vega | 25 |

## Artimiausios žvaigždės

| Žvaigždė | Nuotolis iki jos, šm | Žvaigždė | Nuotolis iki jos, šm |
|---|---|---|---|
| Saulė | – | Luyten 726-8A | 8,55 |
| Tolimanas A B | 4,35 | Sirijus A B | 8,58 |
| Tolimanas C | 4,22 | UV Cet A B | 8,47 |
| Barnardo žvaigždė | 5,98 | Roso 154 | 9,56 |
| Volfo 359 | 7,80 | Roso 248 | 10,31 |
| Lalande 21185 | 8,23 | Eridano ε | 10,67 |

## Kai kurie žvaigždžių spiečiai

| Spiečiaus rūšis | Spiečiaus pavadinimas | Nuotolis nuo Saulės, šm | Spiečiaus rūšis | Spiečiaus pavadinimas | Nuotolis nuo Saulės, šm |
|---|---|---|---|---|---|
| Padrikieji spiečiai | Hiados | 151 | Kamuoliniai spiečiai | M4 | 6500 |
| | Sietynas (M45, Plejados) | 370 | | Briliantų dėžutė (NGC 4755) | 8150 |
| | Prakartas (NGC 2632, Ėdžios) | 580 | | Tukano 47 (NGC 104) | 12 000 |
| | Drugelio spiečius | 2000 | | NGC 3201 | 15 000 |
| | M52 | 3000–7000 | | Kentauro Omega (NGC 5139) | 18 000 |

## Kai kurios galaktikos

| Galaktikų tipas | Galaktikos pavadinimas | Katalogo numeris | Nuotolis, šm | Skersmuo, šm |
|---|---|---|---|---|
| Spiralinės galaktikos | Paukščių Tako galaktika | | | 100 000 |
| | Trikampio galaktika | M33, NGC 598 | 2,59 mln. | 45 000 |
| | Andromedos galaktika | M31, NGC 224 | 2,45 mln. | 120 000 |
| | Bodės galaktika | M81, NGC 3031 | 10 mln. | 95 000 |
| | Sombrero galaktika | M104, NGC 4594 | 55 mln. | 75 000 |
| | M64 | M64, NGC 4826 | 22,8 mln. | 51 000 |
| | Verpetas | M51, NGC 5194, NGC 5195 | 22,8 mln. | 100 000 |
| Elipsinės galaktikos | Mergelė A | M87, NGC 4486 | 65 mln. | 160 000 |
| | M60 | M60, NGC 4649 | 71,7 mln. | 120 000 |
| Netaisyklingosios galaktikos | Didysis Magelano Debesis | ESO 56–115 | 165 000 | 30 000 |
| | Mažasis Magelano Debesis | NGC 292 | 200 000 | 20 000 |
| | M82 | M82, NGC 3034 | 11,7 mln. | 40 000 |

## Galaktikų spiečiai

| Spiečiaus pavadinimas | Galaktikų skaičius | Nuotolis nuo Saulės, šm | Šviesiausios spiečiaus galaktikos |
|---|---|---|---|
| Vietinė galaktikų grupė | 46 | 0–5 mln. | Paukščių Tako galaktika, M31 |
| Skulptoriaus grupė | 19 | 6,5 mln. | NGC 253 |
| Mergelės spiečius | > 2500 | 60 mln. | M49 |
| Krosnies spiečius | 54 | 65 mln. | NGC 1316 |
| Seiferto Sekstetas | 6 | 190 mln. | NGC 6027 |
| Hidros spiečius | > 1000 | 160 mln. | NGC3311 |
| Berenikės Garbanų spiečius | > 800 | 330 mln. | NGC 4889 |
| Heraklio spiečius | > 100 | 500 mln. | NGC 6041A |

## Žvaigždynai

| Žvaigždyno pavadinimas | | Santrumpa | Eilės nr. (pagal dydį) | Šviesiausios žvaigždės |
|---|---|---|---|---|
| lietuviškas | lotyniškas | | | |
| Andromeda | Andromeda | And | 19 | Alferakas, Mirakas (β) |
| Aukso Žuvis | Dorado | Dor | 72 | α Dor |
| Aukuras | Ara | Ara | 63 | β Ara |
| Avinas | Aries | Ari | 39 | Hamalis |
| Balandis | Columba | Col | 54 | Faktas |
| Banginis | Cetus | Cet | 4 | Menkaras, Difda (β Cet) |
| Berenikės Garbanos | Coma Berenices | Com | 42 | γ Vel |
| Burės | Vela | Vel | 32 | Suhailas al Muhlefas (γ) |
| Cefėjas | Cepheus | Cep | 27 | Alderaminas |
| Chameleonas | Chamaeleon | Cha | 79 | α Cha, β Cha |
| Delfinas | Delphinus | Del | 69 | Rotanevas (β Del) |
| Didieji Grįžulo Ratai | Ursa Major | UMa | 3 | Alijotas (ε UMa), Dubhe |
| Didysis Šuo | Canis Major | CMa | 43 | Sirijus, Adhara (ε CMa) |
| Driežas | Lacerta | Lac | 68 | α Lac |
| Dvyniai | Gemini | Gem | 30 | Poluksas (β Gem) |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Erelis | Aquila | Aql | 22 | Altayras |
| Eridanas | Eridanus | Eri | 6 | Achernaras |
| Feniksas | Phoenix | Phe | 37 | Anka |
| Gervė | Grus | Gru | 45 | Alnairas |
| Gyvatė | Serpens | Ser | 23 | Unukalhajus |
| Gyvatnešis | Ophiuchus | Oph | 11 | Rasalhagas |
| Gulbė | Cygnus | Cyg | 16 | Denebas |
| Heraklis | Hercules | Her | 5 | Korneforas (β Her) |
| Hidra | Hydra | Hya | 1 | Alfardas |
| Indėnas | Indus | Ind | 49 | α Ind |
| Jaučiaganis | Bootes | Boo | 13 | Arktūras |
| Kampainis | Norma | Nor | 74 | Gama-2 ($\gamma^2$ Nor) |
| Kasiopėja | Cassiopeia | Cas | 25 | Šedyras, (γ Cas) |
| Kentauras | Centaurus | Cen | 9 | Kentauro Rigilis, Hadaras (β Cen) |
| Kilis | Carina | Car | 34 | Kanopas |
| Kiškis | Lepus | Lep | 51 | Arnebas |
| Kompasas | Pyxis | Pyx | 65 | α Pyx |
| Kryžius | Crux | Cru | 88 | Akruksas, Bekruksas (β Crux) |
| Krosnis | Fornax | For | 41 | α For |
| Laikrodis | Horologium | Hor | 58 | α Hor |
| Laivagalis | Puppis | Pup | 20 | Naosas (ζ Pup) |
| Laputė | Vulpecula | Vul | 55 | α Vul |
| Lyra | Lyra | Lyr | 52 | Vega |
| Liūtas | Leo | Leo | 12 | Regulas |
| Lūšis | Lynx | Lyn | 28 | α Lyn |
| Mažasis Liūtas | Leo Minor | LMi | 64 | 46 LMi |
| Mažasis Šuo | Canis Minor | CMi | 71 | Prokionas |
| Mažieji Grįžulo Ratai | Ursa Minor | UMi | 56 | Šiaurinė |
| Mergelė | Virgo | Vir | 2 | Spika |
| Mikroskopas | Microscopium | Mic | 66 | γ Mic, ε Mic |
| Musė | Musca | Mus | 85 | α Mus |
| Oktanas | Octans | Oct | 50 | ν Oct |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Orionas (Šienpjoviai) | Orion | Ori | 26 | Rigelis (β Ori), Betelgeizė |
| Ožiaragis | Capricornus | Cap | 40 | Denebas Algedis (δ Cap) |
| Pegasas | Pegasus | Peg | 7 | β Peg, ε Peg |
| Persėjas | Perseus | Per | 24 | Mirfakas |
| Pietų Hidra | Hydrus | Hyi | 61 | β Hyi |
| Pietų Trikampis | Triangulum Australe | TrA | 83 | α TrA |
| Pietų Vainikas | Corona Australis | CrA | 80 | α CrA |
| Pietų Žuvis | Piscis Austrinus | PsA | 60 | Fomalhautas |
| Povas | Pavo | Pav | 44 | Povas |
| Rojaus paukštis | Apus | Aps | 67 | α Aps |
| Sekstantas | Sextans | Sex | 47 | α Sex |
| Siurblys | Antlia | Ant | 62 | α Ant |
| Skalikai | Canes Venatici | CVn | 38 | Karolio širdis |
| Skaptukas | Caelum | Cae | 81 | α Cae |
| Skydas | Scutum | Sct | 84 | α Sct |
| Skorpionas | Scorpius | Sco | 33 | Antaris |
| Skraidančioji Žuvis | Volans | Vol | 76 | β Vol, γ Vol |
| Skriestuvas | Circinus | Cir | 77 | α Cir |
| Skulptorius | Sculptor | Scl | 36 | α Scl |
| Slibinas | Draco | Dra | 8 | Etaminas (γ Dra) |
| Stalkalnis | Mensa | Men | 75 | α Men |
| Strėlė | Sagitta | Sge | 86 | γ Sge |
| Svarstyklės | Libra | Lib | 29 | β Lib |
| Šaulys | Sagittarius | Sgr | 15 | ε Sgr |
| Šiaurės Vainikas | Corona Borealis | CrB | 73 | Alfeka arba Gema |
| Tapytojas | Pictor | Pic | 59 | α Pic |
| Tauras | Taurus | Tau | 17 | Aldebaranas |
| Taurė | Crater | Crt | 53 | δ Crt |
| Teleskopas | Telescopium | Tel | 57 | α Tel |
| Tinklelis | Reticulum | Ret | 82 | α Ret |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Trikampis | Triangulum | Tri | 78 | β Tri |
| Tukana | Tucana | Tuc | 48 | α Tuc |
| Vandenis | Aquarius | Aqr | 10 | Sadalmelikas, Sadalsudas (β Aqr) |
| Varnas | Corvus | Crv | 70 | γ Crv |
| Vežėjas | Auriga | Aur | 21 | Kapela (liet. Tikutis) |
| Vėžys | Cancer | Cnc | 31 | β Cnc |
| Vienaragis | Monoceros | Mon | 35 | α Mon |
| Vilkas | Lupus | Lup | 46 | α Lup |
| Žirafa | Camelopardalis | Cam | 18 | β Cam |
| Žirgelis | Equuleus | Equ | 87 | α Equ |
| Žuvys | Pisces | Psc | 14 | η Psc |

# Matematikos formulės, kurias pravartu mokėti sprendžiant fizikos uždavinius

## Trupmenų sudėtis ir atimtis

$$\frac{a}{b}+\frac{c}{d}=\frac{ad+bc}{bd};\qquad \frac{a}{b}-\frac{c}{d}=\frac{ad-bc}{bd}.$$

## Trupmenų daugyba ir dalyba

$$\frac{a}{b}\cdot\frac{c}{d}=\frac{a\cdot c}{b\cdot d};\qquad \frac{a}{b}:\frac{c}{d}=\frac{a}{b}\cdot\frac{d}{c}=\frac{a\cdot d}{b\cdot c}.$$

## Proporcijos savybė

$$\frac{a}{b}=\frac{c}{d}\Rightarrow ad=bc.$$

## Greitosios daugybos formulės

$$(a-b)(a+b)=a^2-b^2;\qquad (a\pm b)^2=a^2\pm 2ab+b^2.$$

## Skaičių aibės

| Aibė | Jos simbolis | Pavyzdžiai |
|---|---|---|
| Natūraliųjų skaičių aibė | ***N*** | {1, 2, 3, 4, 5, ...} |
| Sveikųjų skaičių aibė | ***Z*** | {... −3, −2, −1, 0, 1, 2, 3, ...} |
| Racionaliųjų skaičių aibė | ***Q*** | $\{-3, -\frac{3}{17}, \frac{1}{5}, 0, 1, 2{,}(6), 3\frac{2}{9}, 5{,}7, ...\}$ |
| Iracionaliųjų skaičių aibė | ***I*** | $\{\pi, \sqrt{2}, \sqrt{6}, ...\}$ |
| Realiųjų skaičių aibė | ***R*** | $\{-3, -\sqrt{5}, -\frac{2}{3}, 0, 0{,}8, 2, 3\frac{1}{47}, \pi, \sqrt{50}, ...\}$ |

## Laipsnių su sveikaisiais rodikliais savybės

Kai $a, b \in \mathbf{R}$, $a, b \neq 0$, o $m, n \in \mathbf{Z}$, tai

$a^n = \underbrace{a \cdot a \cdot a \cdot \ldots \cdot a}_{n \text{ kartų}}$, $a^0 = 1$, $0^n = 0 \ (n \neq 0)$,

$a^{-n} = \dfrac{1^m}{a^n} \ (n \in \mathbf{N})$, $a^m \cdot a^n = a^{m+n}$, $\dfrac{a^m}{a^n} = a^{m-n}$,

$(a^m)^n = a^{nm}$, $a^n \cdot b^n = (ab)^n$, $\dfrac{a^m}{a^n} = \left(\dfrac{a}{b}\right)^n$.

## *n*-tojo laipsnio šaknų savybės

Kai $n, m \in \mathbf{N}$, $n, m > 1$, o $a, b \in \mathbf{R}$, $a, b \geq 0$, tai

$\sqrt[n]{0} = 0$, $\sqrt[n]{1} = 1$, $a^{\frac{1}{n}} = \sqrt[n]{a}$, $a^{-\frac{1}{n}} = \dfrac{1}{\sqrt[n]{a}} \ (a \neq 0)$,

$\sqrt[n]{a \cdot b} = \sqrt[n]{a} \cdot \sqrt[n]{b}$, $\sqrt[n]{\dfrac{a}{b}} = \dfrac{\sqrt[n]{a}}{\sqrt[n]{b}} \ (b \neq 0)$, $\sqrt[n]{\sqrt[m]{a}} = \sqrt[n \cdot m]{a}$,

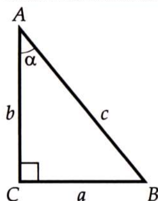
$\sqrt[n]{a^m} = (\sqrt[n]{a})^m$, $\sqrt[n \cdot m]{a^m} = \sqrt[n]{a}$.

## Atstumas tarp dviejų taškų

$d = AB = x_2 - x_1$; čia $x_1$ ir $x_2$ – taškų $A$ ir $B$ koordinatės.

$d = AB = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$; čia $x_1$, $y_1$ – taško $A$ koordinatės, $x_2$, $y_2$ – taško $B$ koordinatės.

## Stačiojo trikampio elementų sąsajos



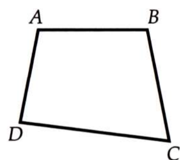

$c^2 = a^2 + b^2$;

$\angle A + \angle B + \angle C = 180°$;

$\sin\alpha = \dfrac{a}{c}$, $\cos\alpha = \dfrac{b}{c}$,

$\operatorname{tg}\alpha = \dfrac{a}{b}$, $\operatorname{ctg}\alpha = \dfrac{b}{a}$.

## Keturkampio kampų suma




$\angle A + \angle B + \angle C + \angle D = 360°$.

## Kampų nuo 0 iki 90° sinusai, kosinusai ir tangentai

| Laipsniai | Sinusai | Kosinusai | Tangentai | Laipsniai | Sinusai | Kosinusai | Tangentai | Laipsniai | Sinusai | Kosinusai | Tangentai |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0,0000 | 1,0000 | 0,0000 | 31 | 0,5150 | 0,8572 | 0,6009 | 61 | 0,8746 | 0,4848 | 1,8040 |
| 1 | 0,0175 | 0,9998 | 0,0175 | 32 | 0,5299 | 0,8480 | 0,6249 | 62 | 0,8829 | 0,4695 | 1,8807 |
| 2 | 0,0349 | 0,9994 | 0,0349 | 33 | 0,5446 | 0,8387 | 0,6494 | 63 | 0,8910 | 0,4540 | 1,9626 |
| 3 | 0,0523 | 0,9986 | 0,0524 | 34 | 0,5592 | 0,8290 | 0,6745 | 64 | 0,8988 | 0,4384 | 2,0503 |
| 4 | 0,0698 | 0,9976 | 0,0699 | 35 | 0,5736 | 0,8192 | 0,7002 | 65 | 0,9063 | 0,4226 | 2,1445 |
| 5 | 0,0872 | 0,9962 | 0,0875 | 36 | 0,5878 | 0,8090 | 0,7265 | 66 | 0,9135 | 0,4067 | 2,2460 |
| 6 | 0,1045 | 0,9945 | 0,1051 | 37 | 0,6018 | 0,7986 | 0,7536 | 67 | 0,9205 | 0,3907 | 2,3559 |
| 7 | 0,1219 | 0,9925 | 0,1228 | 38 | 0,6157 | 0,7880 | 0,7813 | 68 | 0,9272 | 0,3746 | 2,4751 |
| 8 | 0,1392 | 0,9903 | 0,1405 | 39 | 0,6293 | 0,7771 | 0,8098 | 69 | 0,9336 | 0,3584 | 2,6051 |
| 9 | 0,1564 | 0,9877 | 0,1584 | 40 | 0,6428 | 0,7660 | 0,8391 | 70 | 0,9397 | 0,3420 | 2,7475 |
| 10 | 0,1736 | 0,9848 | 0,1763 | 41 | 0,6561 | 0,7547 | 0,8693 | 71 | 0,9455 | 0,3256 | 2,9042 |
| 11 | 0,1908 | 0,9816 | 0,1944 | 42 | 0,6691 | 0,7431 | 0,9004 | 72 | 0,9511 | 0,3090 | 3,0777 |
| 12 | 0,2079 | 0,9781 | 0,2126 | 43 | 0,6820 | 0,7314 | 0,9325 | 73 | 0,9563 | 0,2924 | 3,2709 |
| 13 | 0,2250 | 0,9744 | 0,2309 | 44 | 0,6947 | 0,7193 | 0,9657 | 74 | 0,9613 | 0,2756 | 3,4874 |
| 14 | 0,2419 | 0,9703 | 0,2493 | 45 | 0,7071 | 0,7071 | 1,0000 | 75 | 0,9659 | 0,2588 | 3,7321 |
| 15 | 0,2588 | 0,9659 | 0,2679 | 46 | 0,7193 | 0,6947 | 1,0355 | 76 | 0,9703 | 0,2419 | 4,0108 |
| 16 | 0,2756 | 0,9613 | 0,2867 | 47 | 0,7314 | 0,6820 | 1,0724 | 77 | 0,9744 | 0,2250 | 4,3315 |
| 17 | 0,2924 | 0,9563 | 0,3057 | 48 | 0,7431 | 0,6691 | 1,1106 | 78 | 0,9781 | 0,2079 | 4,7046 |
| 18 | 0,3090 | 0,9511 | 0,3249 | 49 | 0,7547 | 0,6561 | 1,1504 | 79 | 0,9816 | 0,1908 | 5,1446 |
| 19 | 0,3256 | 0,9455 | 0,3443 | 50 | 0,7660 | 0,6428 | 1,1918 | 80 | 0,9848 | 0,1736 | 5,6713 |
| 20 | 0,3420 | 0,9397 | 0,3640 | 51 | 0,7771 | 0,6293 | 1,2349 | 81 | 0,9877 | 0,1564 | 6,3138 |
| 21 | 0,3584 | 0,9336 | 0,3839 | 52 | 0,7880 | 0,6157 | 1,2799 | 82 | 0,9903 | 0,1392 | 7,1154 |
| 22 | 0,3746 | 0,9272 | 0,4040 | 53 | 0,7986 | 0,6018 | 1,3270 | 83 | 0,9925 | 0,1219 | 8,1443 |
| 23 | 0,3907 | 0,9205 | 0,4245 | 54 | 0,8090 | 0,5878 | 1,3764 | 84 | 0,9945 | 0,1045 | 9,5144 |
| 24 | 0,4067 | 0,9135 | 0,4452 | 55 | 0,8192 | 0,5736 | 1,4281 | 85 | 0,9962 | 0,0872 | 11,430 |
| 25 | 0,4226 | 0,9063 | 0,4663 | 56 | 0,8290 | 0,5592 | 1,4826 | 86 | 0,9976 | 0,0698 | 14,301 |
| 26 | 0,4384 | 0,8988 | 0,4877 | 57 | 0,8387 | 0,5446 | 1,5399 | 87 | 0,9986 | 0,0523 | 19,081 |
| 27 | 0,4540 | 0,8910 | 0,5095 | 58 | 0,8480 | 0,5299 | 1,6003 | 88 | 0,9994 | 0,0349 | 28,636 |
| 28 | 0,4695 | 0,8829 | 0,5317 | 59 | 0,8572 | 0,5150 | 1,6643 | 89 | 0,9998 | 0,0175 | 57,290 |
| 29 | 0,4848 | 0,8746 | 0,5543 | 60 | 0,8660 | 0,5000 | 1,7321 | 90 | 1,0000 | 0,0000 | – |
| 30 | 0,5000 | 0,8660 | 0,5774 | | | | | | | | |

## Plokščiųjų figūrų perimetrai ir plotai

| Figūra | Brėžinys | Perimetras | Plotas |
|---|---|---|---|
| Trikampis | | $P = a + b + c$ | $S = \frac{1}{2}ah = \frac{1}{2}\sin\alpha$ |
| Kvadratas | | $P = 4a$ | $S = a^2 = \frac{1}{2}d^2$ |
| Stačiakampis | | $P = 2(a + b)$ | $S = ab$ |
| Lygiagretainis | | $P = 2(a + b)$ | $S = ah = ab\sin\alpha$ |
| Rombas | $BD = d_1, AC = d_2$ | $P = 4a$ | $S = \frac{d_1 d_2}{2}$ |
| Trapecija | | $P = a + b + c + d$ | $S = \frac{a + b}{2} \cdot h$ |
| Skritulys (apskritimas) | | $C = 2\pi r$ | $S = \pi r^2$ |

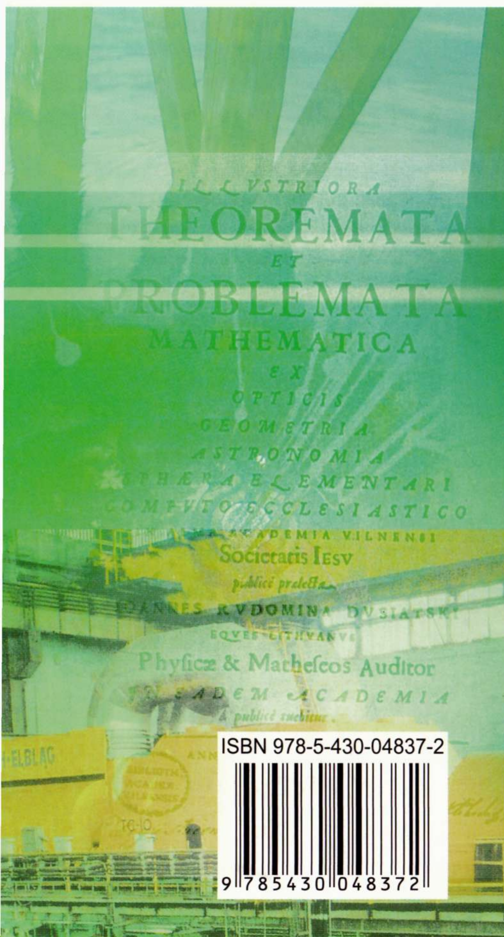
## Erdvinių kūnų paviršiaus plotai ir tūriai

| Kūnas | Brėžinys | Paviršiaus plotas | Tūris |
|---|---|---|---|
| Kubas |  | $S = 6a^2$ | $V = a^3$ |
| Stačiakampis gretasienis |  | $S = 2(ab + bc + ac)$ | $V = abc$ |
| Prizmė |  | $S_{šon} = P_{pagr}H$,<br>$S = P_{pagr}H + 2S_{pagr}$ | $V = S_{pagr}H$ |
| Piramidė |  | $S_{šon} = n \cdot \frac{1}{2}ah$;<br>čia $n$ – pagrindo kraštinių skaičius,<br>$S = S_{šon} + S_{pagr}$ | $V = \frac{1}{3}S_{pagr}H$ |
| Ritinys |  | $S_{šon} = 2\pi rH$,<br>$S = S_{šon} + 2\pi r^2$ | $V = \pi r^2 H$ |
| Kūgis |  | $S_{šon} = \pi rl$,<br>$S = S_{šon} + \pi r^2$ | $V = \frac{1}{3}\pi r^2 H$ |
| Rutulys |  | $S = 4\pi r^2$ | $V = \frac{4}{3}\pi r^3$ |

# Naudota literatūra


1. *Ažusienis A., Pučinskas A., Straižys V.* Astronomija. – V.: Vilniaus pedagoginio universiteto leidykla, 1995.
2. *Jenochovičius A.* Fizikos ir technikos žinynas. – K.: Šviesa, 1982.
3. *Koškin N. I.* Elementarnaja fizika: spravočnik. – Moskva: Nauka, 1992.
4. *Kuchling H.* Spravočnik po fizike. – Moskva: Mir, 1985.
5. *Lukašikas V.* Fizikos uždavinynas: Mokomoji knyga VIII–IX klasei. – K.: Šviesa, 1993.
6. *Maron V. E., Gorodeckij D. N.* Fizika: zakony, formuly, zadači. – Minsk: Vysšeišaja škola, 1986.
7. *Mizerski W.* Tablice matematyczno-fizyczno-astronomiczno-chemiczne. – Warszawa: Adamantan, 1999.
8. Physik in Übersichten: Wissensspeicher für den Unterricht / *Göbel R., Eichler E., Buscherowsky H.* u. a. – Berlin: Volk und Wissen Volkseigener Verlag, 1982.
9. *Rymkevičius A.* Fizikos uždavinynas IX–XII klasei. – K.: Šviesa, 1993.
10. *Straižys V.* Astronomija: Bandomoji mokomoji knyga XII klasei. – K.: Šviesa, 1993.
11. *Straižys V.* Astronomijos enciklopedinis žodynas. – V.: Teorinės fizikos ir astronomijos institutas, 2003.
12. *Sviderskienė Z.* Planetos, žvaigždės, galaktikos. – K.: Šviesa, 2002.
13. Technikos enciklopedija. T. 1. – V.: Mokslo ir enciklopedijų leidybos institutas, 2000.
14. Technikos enciklopedija. T. 2. – V.: Mokslo ir enciklopedijų leidybos institutas, 2003.
15. *Valentinavičius V.* Fizika: Vadovėlis IX klasei. – K.: Šviesa, 2005.
16. *Valentinavičius V.* Fizika: Vadovėlis VII klasei. – K.: Šviesa, 2003.
17. *Valentinavičius V.* Fizika: Vadovėlis VIII klasei. – K.: Šviesa, 2004.
18. *Valentinavičius V.* Fizika: Vadovėlis X klasei. – K.: Šviesa, 2006.
19. Visata: išsamus vaizdingas žinynas / Orig. vyr. red. *M. Rees;* iš anglų k. vertė *J. Sūdžius, A. Bridžius, G. Valiauga, S. Bertašiūtė.* – V.: Alma littera, 2006.
20. Visuotinė lietuvių enciklopedija. T. I–XI. – V.: Mokslo ir enciklopedijų leidybos institutas, 2001–2007.

Knygoje pateikiami svarbiausi fizikos dėsniai, formulės, dydžiai, konstantos ir įvairių dydžių skaitinių verčių lentelės. Astronomijos skyriuje gausu duomenų apie Saulę, planetas, jų palydovus, žvaigždes ir kitus kosminius kūnus. Leidinio pabaigoje įdėtos ir pagrindinės matematikos formulės, kurias pravartu žinoti sprendžiant fizikos uždavinius. Knyga skiriama pagrindinės bendrojo lavinimo mokyklos mokiniams ir mokytojams.




ISBN 978-5-430-04837-2

9 785430 048372

